DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON

ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · A. KÜHN · M. v. LAUE
H. MARTIUS · R. W. POHL · W. WEIDEL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

47. JAHRGANG **HEFT 4** (ZWEITES FEBRUARHEFT) **1960**

INHALT

BERICHTE Seite

Spektroskopische Probleme der Sternentwicklung. Von A. Unsöld 73

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN

Röntgenographischer Nachweis einer Überstruktur in Neusilber-Legierungen. Von D. Bialas, R. Hosemann, A. Kussmann, F. Motzkus und H. Wollenberger . . . 81

Die Kristallstruktur von KGe und isotypen Germaniden und Siliciden. Von E. Busmann 82

Sur quelques analogues synthétiques de la réserpine et de la déserpidine. Von G. Muller und A. Allais 82

Synthese des Bz-Tetrahydrochinolins. Von F. Zymalkowski und J. Rimek 83

Zur Gewinnung saurer Saponine durch Behandlung mit Ionenaustauschern. Von W. Winkler und P. Patt 83

Über die Farbstoffe der Wicke. Von L. Reichel und W. Hiller 83

Darstellung des Chitins aus Crustaceen-Panzer mit Formamid. Von H. J. Einbrodt und W. Stöber 84

Aufhebung der Aktivierbarkeit hochgereinigten Prothrombins durch Lipoide. Von H. P. Merz und H. Schröer 84

Die zentral-stimulierende Wirkung von isomeren Pentamethylenbutyrolactonen. Von A. Enders, W.-D. Vigelius und G. C. van Wessem 84

Ausschaltung der Reserpinwirkung auf die Nebenniere durch Diuretika. Von H. Coper, H. Herken und G. Schüler . . 85

Die spezifische Stoffwechselwirkung eines in der Placenta enthaltenen Faktors in vitro. Von H. Wrba und H. W. Kalb . 85

Die Verträglichkeit phosphororganischer Verbindungen bei Mäusen und Ratten. Von H. Siering 86

Accumulation of Certain Amino Acids during the Inhibition of Growth of Vibrio Cholera by Different Antivitamins. Von G. C. Chatterjee und D. K. Halder 86

The Prevention of Thallium Death by Sodium Selenate. Von Z. M. Holló und Sz. Zlatarov 87

Über die Korrelation von Atmungsaktivität und Enterotoxinbildung bei Staphylokokken. Von W. Ritzerfeld und M. Kienitz 87

Über den Einfluß des Protamins auf die Ruheatmung von Staphylococcus aureus SG 511. Von H. Brandis und E. Thofern 88

Experimental Carcinoma of the Intestine in the Cichlid Aequidens maroni (Steindachner) following Injection of Herring-Sperm Deoxyribonucleic Acid. Von A. Stolk 88

Leberkrebs-erzeugende Wirkung von Diäthylnitrosamin nach oraler Gabe bei Ratten. Von D. Schmähl, R. Preussmann und H. Hamperl 89

Elektronenspinresonanz-Messungen bei der Photosynthese grüner Pflanzen. Von W. Brucker und C. Nicolau . . . 89

Wirkungsbeziehungen zwischen Indol-3-essigsäure und Gibberellinsäure. Von F. Kögl † und J. Elema 90

The Effects of Calcium upon Gibberellin-Auxin Interaction in Lamina Joints of Rice. Von E. Maeda 91

The Influence of Coumarin on the Incorporation of ^{32}P into the Leaf-Discs of Datura stramonium L. Von J. S. Knypl und R. Antoszewski 91

Extreme Werte der atmosphärischen N_2-Bindung bei den aus den Wurzelknöllchen von Lupinus luteus isolierten Hefen. Von B. Matkovics 92

Steigerung der Lebensaktivität der Nachkommen durch Verfütterung von Vitalstoffen an die Eltern. Von W. Goetsch . 92

Die Beeinflussung der Atmungsgröße von Chironomus-Larven durch Vorbehandlung mit erhöhter Temperatur. Von O. Harnisch 93

Dressur von Smaragdeidechsen auf Kompaßrichtungen. Von K. Fischer und G. Birukow 93

Darstellung, Eigenschaften und Struktur von SNF. Von O. Glemser, H. Richert und F. Rogowski 94

BESPRECHUNGEN

Lehrbuch der drahtlosen Nachrichtentechnik. Bd. 2: Antennen und Ausbreitung. (Ref.: W. Dieminger) 95

Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Bd. II, Teil 3: Mikroskopie in der Geologie sedimentärer Lagerstätten. (Ref.: K. J. Müller) 95

„Structure Reports". Vol. 14 (Ref.: J. Zemann) 96

Solid/Liquid Interface (Washings, etc.) and Cell/Water Interface. (Ref.: H. Lange) 96

The Physical Chemistry of Metallic Solutions and Intermetallic Compounds. (Ref.: A. King) 96

P. B. Diezel, Die Stoffwechselstörungen der Sphingolipoide. (Ref.: E. Letterer) 96

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung und jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Für Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 12.— DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind. Der Autor verpflichtet ich, sie auch nachträglich nicht an anderer Stelle zu publizieren. Mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag geht das Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder einschließlich des Rechts der photomechanischen Wiedergabe oder einer sonstigen Vervielfältigung an den Verlag über. Jedoch wird gewerblichen Unternehmen für den innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels e.V. und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung gestattet. Wenn für diese Zeitschrift kein Pauschalabkommen mit dem Verlag vereinbart worden ist, ist eine Wertmarke im Betrage von DM 0.30 pro Seite zu verwenden. ***Der Verlag läßt diese Beträge den Autorenverbänden zufließen.***

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anschrift der Redaktion:
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3, Fernsprecher 830301) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Redaktionelle Hinweise

I. Allgemeines

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen engbegrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterungen des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildung von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Besprechungsexemplaren abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die gegebenenfalls dann ein Exemplar anfordern wird. Für die Rückgabe unverlangter Besprechungsexemplare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

Heidelberger Jahrbücher

Herausgegeben von der Universitäts-Gesellschaft Heidelberg. Jährlich erscheint ein Band.

Band III: Mit 46 Abbildungen. VII, 207 Seiten Gr.-8⁰. 1959. Englische Broschur DM 18,—

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

47. Jahrgang Heft 4 (Zweites Februarheft) 1960

Spektroskopische Probleme der Sternentwicklung

Von A. Unsöld, Kiel

Einleitung

Im Laufe weniger Jahre haben unsere Vorstellungen von den Mechanismen wie von der Zeitskala kosmischer Entwicklungsprozesse sich erheblich gewandelt[1]). Die Anregung hierzu ging fast gleichzeitig von ganz verschiedenen Bereichen der astronomischen und der physikalischen Forschung aus:

1. Expansion des Weltalls. Neue Untersuchungen über die Distanzen ferner Galaxien (Milchstraßensysteme) haben die charakteristische Zeit für die Expansion des Weltalls (genauer gesagt die reziproke „Hubble-Konstante" H^{-1}) auf $T_0 = 13$ Milliarden Jahre heraufgesetzt.

2. Entstehung der schweren Elemente. Die gleichförmige Häufigkeitsverteilung der Elemente in den meisten kosmischen Objekten sowie die nahe Übereinstimmung zwischen dem Alter des Sonnensystems und dem bisher angenommenen „Expansionsalter" der Welt begünstigten die Vorstellung, daß alle chemischen Elemente mit der bekannten „kosmischen Häufigkeitsverteilung" bei der Entstehung des Weltalls in einer gewaltigen Urexplosion gebildet worden seien.

Demgegenüber haben die Kernphysiker geltend gemacht, daß die Instabilität der Atomkerne mit den Massenzahlen $A = 5$ und 8 diesem Aufbauschema der Elemente nahezu unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstelle.

Neuere kernphysikalische und astrophysikalische Untersuchungen (s. unten) sprechen immer mehr für die Vorstellung, daß die Welt am Anfang aus reinem — oder jedenfalls fast reinem — Wasserstoff bestand und daß die schweren Elemente erst im Laufe der Zeit in Verbindung mit der Energieerzeugung und Entwicklung der Sterne vor allem in deren heißem Inneren gebildet wurden.

3. Sternpopulationen und Evolution in Galaxien. Genaueres Studium unserer Milchstraße und anderer Galaxien führte zur Weiterbildung und Deutung des vor 15 Jahren von W. Baade begründeten Begriffes der *Sternpopulationen.* Deren Entstehung und weitere Entwicklung erscheint nun verknüpft mit der fortschreitenden Umwandlung des anfänglichen Wasserstoffes in Helium und schwerere Elemente. Die neuesten Untersuchungen über die energieerzeugenden Kernprozesse im Inneren der Sterne führen *auch* von hier aus zu einer Dehnung der *kosmischen Zeitskala* auf ~ 12 Milliarden Jahre.

4. Spektroskopische Probleme der Sternentwicklung. In diesem Rahmen dürften spektroskopische Methoden eine wichtige Rolle spielen. Sie erlauben uns, die Materie wenigstens der äußeren Schichten der Sterne genau zu analysieren. Wir möchten hier zeigen, wie man einerseits einige geeignete hellere Objekte mittels Spektren großer Dispersion bis in ziemlich feine Details des Aufbaues und der Zusammensetzung ihrer Atmosphäre analysieren kann.

Daneben aber erscheint es wichtig, mit gröberen Methoden einen Überblick über die vorliegenden Möglichkeiten zu gewinnen und die Spektralklassifikation der Sterne und sogar ganzer Sternhaufen oder Galaxien so zu verfeinern, daß sie für die Probleme der Entwicklung der Sterne und der „Entwicklung der chemischen Elemente" nutzbar wird. Daß sich dabei mancherlei interessante astrophysikalische Seitenblicke ergeben, dürfte nicht überraschen.

Und nun machen wir es wie der Biologe: Nachdem er sein Objekt mit schwacher Vergrößerung durchmustert hat, macht er sich daran, die interessanten Teile mit kleinerem Gesichtsfeld, dafür aber stärkerer Vergrößerung, zu studieren.

[1]) Vgl. z.B. den 1956 auf der Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg gehaltenen Vortrag des Verfassers [*28*].

I. Expansion des Weltalls und Alter der Welt

E. Hubble machte bekanntlich die große Entdeckung, daß die Rotverschiebung $\Delta\lambda/\lambda$ in den Spektren extragalaktischer Nebel proportional mit deren Entfernung r anwächst. Deutet man die Rotverschiebung als Doppler-Effekt, so gilt also

$$v = c \cdot \Delta\lambda/\lambda = H \cdot r, \tag{1a}$$

wo v die Fluchtgeschwindigkeit eines Nebels in der Entfernung r und c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet.

Die Beziehung (1a) läßt sich bekanntlich ganz naiv interpretieren in dem Sinne, daß vor T_0 Jahren eine gleichförmige Expansion des ganzen Weltalls aus einem relativ kleinen Volumen begann. Erhielt bei der Expansion ein bestimmter Nebel — der sich jetzt in der Entfernung r befindet — die Geschwindigkeit v, so brauchte er zum Durchlaufen der Strecke r die für alle Nebel gleiche Zeit

$$T_0 = r/v = 1/H. \tag{1b}$$

Das sog. „*Alter der Welt*" T_0 ist also gleich der reziproken *Hubble-Konstante* $1/H$.

Während die Messung der *Rotverschiebungen* neuerdings bis $v/c \approx 0{,}4$ ausgedehnt werden konnte, bildet die *Eichung der Entfernungsskala* extragalaktischer Nebel immer noch ein Sorgenkind der Astronomen.

Neuere Untersuchungen, vor allem von W. Baade und seinen Schülern H.C. Arp und A.R. Sandage an den Mt. Wilson und Palomar Observatories zeigten: 1. Die *Cepheiden* — welche man ursprünglich als die zuverlässigsten Meilensteine im Kosmos angesehen hatte — zerfallen in mehrere Untergruppen mit *verschiedenen* Periode-Leuchtkraft-Beziehungen. 2. Die von E. Hubble seiner Zeit für die photometrische Bestimmung größerer Entfernungen herangezogenen „*hellsten Sterne*" erwiesen sich — insbesondere in den entfernteren Systemen — meist als Gruppen heller Sterne bzw. als H II-Regionen, d.h. Wasserstoffwolken, die durch solche Sterne oder Sterngruppen zum Leuchten erregt werden. 3. Die *Helligkeitsskalen* entfernter (schwacher) Nebel erwiesen sich als revisionsbedürftig.

Diese — im einzelnen höchst diffizilen — Arbeiten haben dazu geführt, daß im Laufe der letzten Jahre die Skala der extragalaktischen Entfernungen und damit nach (1b) auch das Alter der Welt T_0 ständig „angewachsen" ist.

Die neueste — noch keineswegs abschließende — Diskussion des gesamten Problems von A.R. Sandage [*21*] ergibt als wahrscheinlichsten Wert[2])

$$\left.\begin{aligned} H &= 75\,\frac{\text{km}}{\text{sec}}\Big/\text{Megaparsec} \\ \text{bzw.}\quad & \\ T_0 &= 1/H = 13 \cdot 10^9 \text{ Jahre,} \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

wobei der Autor als unteren bzw. oberen Grenzwert des Weltalters T_0 etwa 10 bzw. $20 \cdot 10^9$ Jahre abschätzt.

Die Interpretation von T_0 als *Weltalter* ist genau genommen an die skizzierte Vorstellung einer überall und immer gleichförmigen Expansion gebunden. Allgemeinere, einigermaßen plausible relativistische „Weltmodelle" führen zu der Aussage, daß die Zeit seit dem Beginn der Weltexpansion etwas *kürzer* war als T_0. Letzteres darf man also auf jeden Fall als oberen Grenzwert für das *wahre* Alter der Welt ansehen.

II. Entstehung der schweren Elemente

Außer dem „Alter der Welt" T_0 können wir — sogar wesentlich genauer — bestimmen [*12*] das „*Alter der*

[2]) Bis vor etwa 15 Jahren rechnete man allgemein mit $T_0 \approx 1{,}9 \cdot 10^9$ Jahren.

Erde" w, d.h. den Zeitraum seit der Bildung der festen Erdkruste

$$w = (4{,}5 \pm 0{,}3) \cdot 10^9 \text{ Jahre} \qquad (3)$$

und das „*Alter der (elternlosen) radioaktiven Elemente*" u, die wir heute auf der Erde vorfinden. Rechnet man von dem heutigen Häufigkeitsverhältnis der Uranisotope $U^{235}/U^{238} = 1/139$ zurück auf ein anfängliches Verhältnis 1,64, wie es neuere Theorien über die Entstehung der schweren Elemente nahelegen (s. unten), so kommt man auf[1])

$$u = 6{,}6 \cdot 10^9 \text{ Jahre.} \qquad (4)$$

Bis vor wenigen Jahren schien es so, als ob die Zahlenwerte für das Alter der Welt T_0 und unserer radioaktiven Elemente u praktisch übereinstimmten. Andererseits wußte man, daß die Häufigkeitsverteilung der Elemente in fast allen kosmischen Gebilden unserer Umgebung nahezu dieselbe ist. So drängte sich die Vorstellung auf, daß die ganzen chemischen Elemente mit ihrer heutigen Häufigkeitsverteilung sich bei einer gewaltigen Urexplosion gebildet hätten, die gleichzeitig den Auftakt zur Expansion des Weltalls bildete.

Gegen diese Vorstellung — die insbesondere von G. Gamow und seinen Mitarbeitern im einzelnen durchgerechnet wurde — erhoben zunächst die Kernphysiker Einwände (vgl. E.M. u. G.R. Burbidge, W.A. Fowler und F. Hoyle [*6*] sowie W.A. Fowler [*27*, S. 269ff.]): 1. Es gibt keine stabilen Atomkerne mit den Massenzahlen 5 und 8; an diesen Stellen müßte also der Aufbau der schwereren Elemente zum Stillstand kommen. 2. Die H- und He-Prozesse erfordern erheblich größere Dichten, als sie das Gamowsche Modell der Weltentstehung liefert. 3. Die Häufigkeiten der Kerne mit „magischen" Nukleonenzahlen fordern zu ihrer Deutung sog. rasche *und* langsame Neutronenprozesse, wobei das Zeitmaß durch die konkurrierenden β-Prozesse bestimmt wird.

Diese kernphysikalischen Überlegungen in Verbindung mit neueren astrophysikalischen Vorstellungen — die im folgenden Abschnitt entwickelt werden sollen — haben nun der Anschauung die Wege geebnet, daß die Welt ursprünglich aus reinem Wasserstoff „erschaffen wurde". Die schwereren Elemente entstehen nach den schon erwähnten Untersuchungen von E.M. u. G.R. Burbidge, W.A. Fowler, F. Hoyle [*6*] sowie [*27*, S. 269ff.] und anderen im Inneren von Sternen bestimmter Entwicklungsstadien bei extrem hohen Drucken und Temperaturen, zum Teil auch bei Sternexplosionen von Supernovacharakter. Die Frage, *wie* im einzelnen die jeweils nötigen Drucke und Temperaturen erzeugt werden, bildet zur Zeit noch den schwächsten Punkt dieser Theorie, wie diese überhaupt noch kaum als endgültig gesichert betrachtet werden sollte. Klar ist jedenfalls, daß an der Bildung des Häufigkeitsspektrums der Elemente mehrere Arten von Kernprozessen beteiligt sein müssen, die sich unter sehr verschiedenen thermodynamischen Zustandsgrößen in ganz verschiedenartigen Himmelskörpern zu verschiedenen Zeiten abgespielt haben. Dabei hat man sich vorzustellen, daß in einer ersten Generation von Sternen zunächst ein gewisser Bruchteil schwerer Elemente erzeugt wurde. Diese Materie verteilte sich dann zum Teil wieder in das interstellare Medium; aus diesem bildeten sich neue Sterne einer zweiten Generation usw.

Nach W.A. Fowler u. a. (z.B. [*27*, S. 269] oder [*10*]) hätten wir folgende Typen von Kernprozessen in Betracht zu ziehen (bezüglich einer eingehenderen Begründung und weiterer Literatur müssen wir auf die genannten Arbeiten verweisen):

1. *Umwandlung von Wasserstoff in Helium.* Bei niedrigeren Temperaturen läuft zuerst der bekannte *Fusionsprozeß* an, d.h., zwei Protonen H^1 bzw. p vereinigen sich bei ihrem Zusammenstoß zu einem Deuteron D^2 unter Abgabe eines positiven Elektrons β^+ und eines Neutrinos ν. In der — nun ohne weiteres verständlichen — Terminologie der Kernphysik schreiben wir diese Reaktion $H^1(p, \beta^+, \nu)D^2$. Rasch anschließende Folgereaktionen, die wir im einzelnen nicht anzuschreiben brauchen, führen schließlich zur Bildung von Helium He^4. Bei höheren Temperaturen übernimmt dann der *Bethe-v. Weizsäcker-Prozeß* die Führung, bei dem die Umwandlung von Wasserstoff in Helium über mehrere Zwischenreaktionen unter Beteiligung von Kohlenstoff- und Stickstoffkernen erfolgt. Die Geschwindigkeit des ganzen Reaktionszyklus wird — wie neuerdings gezeigt werden konnte — durch die (langsamere) $N^{14}(p, \gamma)O^{15}$-Reaktion (ohne Resonanz) bestimmt. Insgesamt spielt sich die „Verbrennung" von Wasserstoff zu Helium bei etwa 1 bis $5 \cdot 10^7$ °K ab. (Hierzu vgl. auch A. Unsöld [*28*].)

2. *Bildung schwerer Kerne aus Helium.* Bei Temperaturen von etwa 1 bis $2{,}5 \cdot 10^8$ °K bilden sich aus He^4 die Kerne C^{12}, O^{16}, Ne^{20} .... Gleichzeitig liefern andere Reaktionen mit α-Teilchen Neutronen für die noch zu besprechenden weiteren Aufbauprozesse.

3. *Aufbau noch schwererer Viererkerne* aus α-Teilchen bis Ca^{40} bei $T \approx 10^9$ °K.

4. Der „*e-Prozeß*" erzeugt die Metalle der Eisengruppe V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni im thermodynamischen Gleichgewicht (*e*quilibrium) bei $\sim 4 \cdot 10^9$ °K und einem Protonen:Neutronen-Verhältnis von ~ 300.

5. Der „*s-Prozeß*" besteht in Neutronenanlagerung (an leichte oder Fe-Elemente), die *langsam* (slow) erfolgt im Vergleich zu den konkurrierenden β-Prozessen. So entstehen die „abgeschirmten Isotope", d.h. die häufigen leichten Isotope der mittleren und schweren Elemente. Der *s*-Prozeß erzeugt z.B. Sr, Y, Zr, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pb, Bi.

6. Als „*r-Prozeß*" kennzeichnet man entsprechende Neutronenanlagerungen, die sich *rasch* (*r*apid) im Vergleich zu dem konkurrierenden β-Zerfall abspielen. Dieser Vorgang liefert viele der ganz schweren, insbesondere die radioaktiven Elemente U^{235} und U^{238} auf Kosten der Fe-Gruppe.

7. Der „*p-Prozeß*" erzeugt die seltenen leichten Isotope der schweren Elemente in einem wasserstoffreichen Medium (*p*rotons) bei $\sim 2{,}5 \cdot 10^9$ °K.

8. Unklar ist noch die Entstehung der ganz leichten, wenig stabilen Elemente D, Li, Be, B .... Entstehen sie vielleicht an Sternoberflächen?

Wesentlich unsicherer als die physikalische Kenntnis der Kernprozesse selbst ist zur Zeit noch die Frage ihrer astronomischen Lokalisierung: 1. bis 3. wird man in das Innere immer heißerer Sterne zu verweisen haben. 4. gehört wahrscheinlich und 6. wohl sicher zu einer Supernova-Explosion. 5. könnte sich in heißen Riesensternen abspielen. Letzteres sind kaum mehr als Vermutungen.

III. Stellare Entwicklungsprozesse und ihre Zeitskala

Eine Gruppe zusammengehöriger, etwa gleichaltriger Sterne — z.B. die Mitglieder eines Kugelsternhaufens oder eines galaktischen Sternhaufens — kann man bekanntlich in übersichtlicher Weise darstellen in einem *Hertzsprung-Russell-(H.R.-)Diagramm* mit dem Spektraltyp *Sp* als horizontaler und der absoluten visuellen Helligkeit M_v (bezogen also auf eine Entfernung von 10 parsec) als vertikaler Achse oder in dem fast äquivalenten *Farben-Helligkeits-Diagramm*, wo cet. par. (als Abszisse) der Spektraltyp durch einen Farbenindex, meist B-V (Blau-Visuell), ersetzt ist.

Die „Koordinaten" absolute Helligkeit M_v und Spektraltyp *Sp* bzw. Farbenindex *B-V* hängen für die normalen (dieser Terminus soll alsbald erläutert werden!) Sterne in bekannter Weise zusammen mit den entsprechenden Paaren Leuchtkraftklasse (Luminosity Class) LC und Spektraltyp *Sp* bzw. Leuchtkraft L (meist bezogen auf die Sonne) oder absolute bolometrische Helligkeit M_b und effektive Temperatur T_e (welche die Abstrahlung pro cm² der Sternoberfläche beschreibt). Das Begriffspaar L bzw. M_b und T_e hat den Vorzug einer evidenten physikalischen Bedeutung; dem steht der Nachteil gegenüber, daß beide Größen nicht direkt gemessen werden können.

Fig. 1 zeigt — zur Erinnerung — nochmals die *Farben-Helligkeitsdiagramme* mehrerer *galaktischer Sternhaufen* und (dünn gezeichnet) der beiden *Kugelsternhaufen* Messier 3 und 92.

Diese Diagramme können nun nach Arbeiten von M. Schönberg und S. Chandrasekhar [*23*], A. San-

[1]) Dabei ist noch speziell eine plötzliche Entstehung des terrestrischen bzw. solaren Urans (und damit auch der anderen schweren Elemente) angenommen. Die Hypothese einer mehr oder weniger stetigen Bildung der schweren Elemente würde u vergrößern.

DAGE (vgl. [28]), F. HOYLE und M. SCHWARZSCHILD [13], C. B. HASELGROVE und F. HOYLE [11], [14] u. a. (um nur einige der wichtigsten zu nennen, eine zusammenfassende Darstellung gibt [25a]) im Sinne einer *Theorie der Sternentwicklung* gedeutet werden:

Nachdem sich die Kondensation eines Sternes aus diffuser Materie relativ rasch vollzogen hat, „landet" dieser im H.R.-Diagramm — von rechts her kommend — auf der sog. *Standard-Hauptsequenz* (die von links oben nach rechts unten verläuft) und beginnt nun seinen Wasserstoff in Helium zu „verbrennen". Da zwischen der Brennzone und den äußeren Schichten des Sternes keine Durchmischung stattfindet (vorsichtshalber sollten wir wohl sagen im allgemeinen; es scheint Ausnahmen zu geben), so bildet sich von innen heraus eine immer größere ausgebrannte Heliumzone. Die Theorie des inneren Aufbaus der Sterne zeigt, daß infolgedessen der Stern im H.R.-Diagramm zunächst nach *rechts* abwandert. Ist ein erheblicher Bruchteil des Wasserstoffs verbrannt, so setzt der Stern — sofern seine Masse nicht zu groß ist — seine Wanderung im H.R.-Diagramm nach oben fort. Die noch weiter fortgeschrittenen Stadien der Entwicklung kann man bis jetzt nur qualitativ in Anlehnung an die beobachteten H.R.-Diagramme diskutieren, die quantitative Theorie stößt hier auf zur Zeit noch nicht bewältigte Schwierigkeiten. Wahrscheinlich kontrahiert sich der Stern nach Erschöpfung seiner Wasserstoff-Energiequellen, bis die Zentraltemperatur ausreicht, um mit Helium „weiterzuheizen". Irgendwie dürfte sich einmal ein katastrophenartiges Ereignis (Supernova-Explosion?) mit extremen Temperaturen einschalten. Am Schluß kann nur — die schwereren Sterne müssen vorher einen erheblichen Teil ihrer Masse an das interstellare Gas zurückgeben — ein Weißer Zwerg übrigbleiben: Die Weißen Zwerge (d.h. Sterne aus extrem komprimierter, entarteter Materie) bevölkern sozusagen den Friedhof der Sternentwicklung (links unten im H.R.-Diagramm).

Die *Hertzsprung-Russell- bzw. Farben-Helligkeits-Diagramme der galaktischen Sternhaufen* (Fig. 1; ▬) bilden nun — wie schon seinerzeit ausgeführt wurde — eine *Alterssequenz*: $h+\chi$ Persei ist — wie schon das Vorkommen extrem heller blauer Übergiganten zeigt, die ihren Wasserstoff verschwenderisch verbrennen — ein ganz *junger* Sternhaufen von wenigen Millionen Jahren, M 67 ein sehr *alter*. Auch die *Kugelhaufen* sind *alte* Gebilde. Im Laufe der Entwicklung wird — bildlich gesprochen — die Hauptsequenz von oben her nach rechts hin abgebaut. Am „Knie" des H.R.-Diagramms beginnt im Zentrum des Sternes die Erschöpfung des Wasserstoffs, die Brennzone wandert dann schalenartig nach außen.

Wie alt sind nun — dies ist offenbar der interessanteste Punkt — die ältesten galaktischen Sternhaufen und die Kugelhaufen? Bis vor kurzem mußte man annehmen $\sim 5 \cdot 10^9$ Jahre. Damit wäre die ganze Milchstraße nicht älter als die Materie des Sonnensystems und nur wenig älter als unsere Erde.

Diese Vorstellungen wurden neuerdings erschüttert durch zwei wichtige Arbeiten von F. HOYLE und C. B. HASELGROVE [11], [14]:

Wir hatten schon bemerkt, daß nach neueren kernphysikalischen Untersuchungen der Bethe-v. Weizsäcker-Prozeß von den früher in Betracht gezogenen beiden Möglichkeiten tatsächlich die langsamere über $N^{14}(p,\gamma)O^{15}$ bevorzugt. Dies hat zur Folge, daß der (p,p)-, d.h. Fusionsprozeß bis zu höheren Zentraltemperaturen oder — was dasselbe heißt — größeren Sternmassen (etwa 1,5 Sonnenmasse) überwiegt. Da endlich der Fusionsprozeß relativ schwach mit der Temperatur anwächst, steht damit gerade in dem kritischen Bereich des H.R.-Diagrammes bei absoluten Helligkeiten $M_v \approx +3{,}5$ ein größeres Brennvolum zur Verfügung. Die kleinere Reaktionsgeschwindigkeit des Bethe-v. Weizsäcker-Prozesses wirkt in derselben Richtung. Das heißt aber die Zeit, welche bis zum Ausscheren eines Sternes aus der Hauptsequenz vergeht, wird gegenüber früheren Rechnungen *vergrößert*. F. HOYLE [14] findet schließlich — auf Details können wir hier selbstverständlich nicht eingehen — für das *Alter der ältesten galaktischen Haufen und der* — wie wir sehen werden, sicher älteren — *Kugelhaufen*

$$t \approx 12 \cdot 10^9 \text{ Jahre} \qquad (5)$$

mit einer Unsicherheit von schätzungsweise ± 2 Milliarden Jahre.

Sollte die durch die Zahlenwerte (2) bis (5) abgesteckte neue kosmische Zeitskala (Fig. 2) sich bewähren, so würde dies heißen, daß schon der Entstehung „unserer" Materie und erst recht der Bildung des Sonnensystems

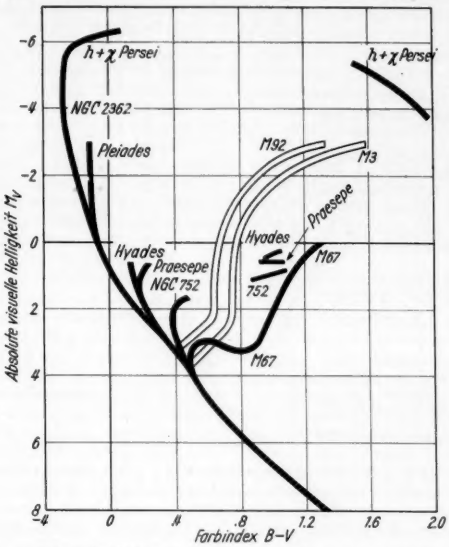


Fig. 1. Farben-Helligkeitsdiagramme verschieden alter galaktischer Sternhaufen. ($h+\chi$ Persei ··· M 67) ▬ sowie zweier Kugelhaufen ▭. (Nach H. L. JOHNSON und A. R. SANDAGE)

und der Erde ein Zeitraum von etwa $6 \cdot 10^9$ Jahren vorangegangen wäre. An dessen Anfang stände — zeitlich für uns noch nicht differenzierbar — die Bildung unseres Milchstraßensystems *und* der Beginn der Expansion einer im wesentlichen aus Wasserstoff bestehenden Welt.

IV. Sternpopulationen

Seitdem W. BAADE 1944 entdeckte, daß in unserer Milchstraße und ähnlichen Galaxien die *Spiralarme* einerseits und der *Kern* andererseits je ein bestimmtes

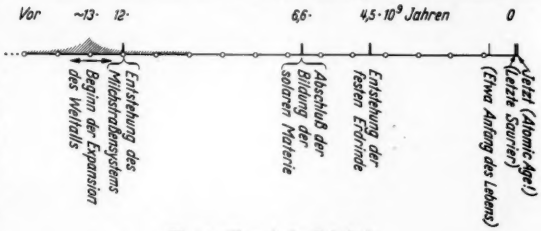


Fig. 2. Kosmische Zeitskala

Gemisch verschiedener Sternarten mit einem dafür charakteristischen H.R.-Diagramm darstellen, die er als *Sternpopulation I und II* unterschied, ist der neugeschaffene Begriff der Sternpopulationen in mehrfacher Hinsicht vertieft und verfeinert worden. Hierzu hat wesentlich beigetragen das im Mai 1957 von der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften und der Specola Vaticana veranstaltete Kolloquium „*Sternpopulationen*" [27], dessen Verhandlungen wir schon mehrfach zitiert haben.

Den heutigen Stand der Forschung zeigt die Tabelle 1[1]) mit der erklärenden — stark schematisierten — Fig. 3: Von der Halopopulation II (über verschiedene Zwischenstufen) bis zur extremen Population I der Spiralarme

[1]) Im wesentlichen nach den Tabellen in [27, S. 533] und [26, S. 14]. Die vorletzte Zeile (Häufigkeit der schweren Elemente) haben wir gegenüber der letzteren auf Grund neuerer Untersuchungen geändert.

Tabelle 1. *Populationsgruppen in der Milchstraße*

Population	Halo-population II	Mittlere Population II	Scheibenpopulation		Ältere Population I	Extreme Population I
Typische Mitglieder	Subdwarfs (Unterzwerge), Kugelsternhaufen, RR Lyrae-Veränderliche mit Perioden $>0^d.4$	Schnelläufer der Spektraltypen F-M, Langperiodische Veränderliche $P<250^d$; $<$M 5e	Galaktischer Kern, Planetarische Nebel, Novae, RR Lyrae-Veränderliche mit Perioden $<0^d.4$	„Weakline"-Sterne (Schwache Metallinien)	A Sterne „Strongline"-Sterne (Starke Metallinien), Me-Zwerge	Interstellares Gas, Übergiganten der Spiralarme, T Tauri-Sterne, Galaktische Sternhaufen (I)
Mittlerer Abstand von galaktischer Ebene z parsec	2000	700	450	300	160	120
Mittlere Geschwindigkeits-Komponente $\perp$ Milchstraßenebene Z km/sec	75	25	18	15	10	8
Achsenverhältnis des Untersystems	2	5	~25	—	—	100
Konzentration zum Milchstraßenzentrum	stark	stark	stark	?	schwach	schwach
Verteilung	gleichförmig	gleichförmig	gleichförmig	?	ungleichförmig Spiralarme	sehr ungleichförmig Spiralarme
Häufigkeit der schweren Elemente (außer He) in % der Masse	0,015 und mehr	≤ 2	3	3	3	3
Gesamtmasse (in $10^9 \odot$)	16		47		5	2

nimmt der mittlere Abstand z von der galaktischen Ebene ab. Dies ist selbstverständlich eine Folge der Abnahme der entsprechenden Z-Geschwindigkeitskomponenten (barometrische Höhenformel!). Die Verteilung und Dynamik

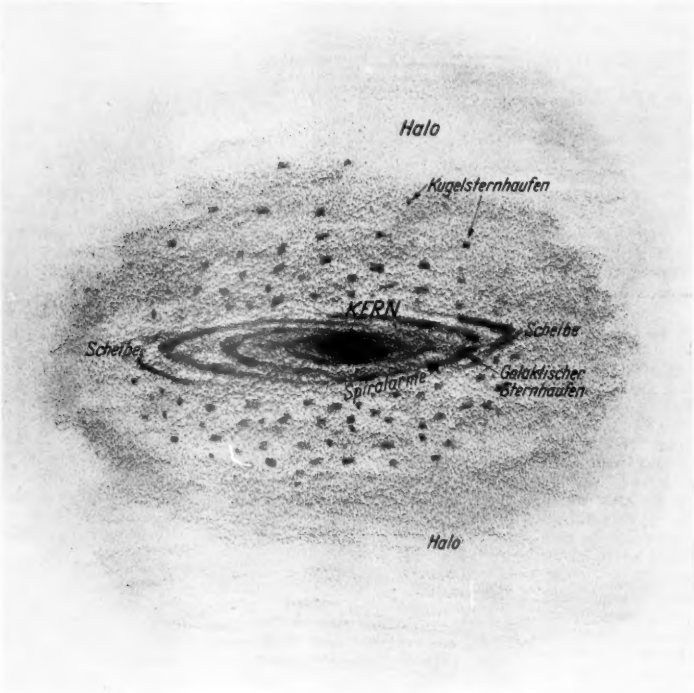


Fig. 3. Struktur und Populationsgruppen der Milchstraße (schematisch)

der galaktischen Populationsgruppen und ebenso ihre H.R.-Diagramme zeigen, daß Tabelle 1 gleichzeitig eine *Alterssequenz* darstellt: Der Halo mit den Kugelhaufen und Subdwarfs ist der älteste Teil der Milchstraße[1]). Andererseits sind viele Sternassoziationen mit ihren hellen Übergiganten in der extremen Population I der Spiralarme sicher nicht älter als einige Millionen Jahre. Aus Abschn. III entnehmen wir, daß das Alter des *Halos* (nach der neueren Zeitskala) bei $12 \cdot 10^9$ Jahren liegen dürfte. Die *Scheibe* der Milchstraße muß auf jeden Fall älter sein als die Sonne, also $>6 \cdot 10^9$ Jahre. Wenn wir dem Fazit der neuesten Arbeiten von F. Hoyle [*14*] über das Ausscheren der Sterne aus der Hauptsequenz in den H.R.-Diagrammen der Kugelhaufen und der alten galaktischen Haufen (M 67) trauen dürfen, so sind diese voneinander altersmäßig zur Zeit noch nicht zu differenzieren. Das heißt, die Bildung der Scheibe aus dem Halo müßte verhältnismäßig rasch erfolgt sein. Dynamisch wäre das Zusammenstürzen eines erheblichen Teiles des ursprünglich fast kugelförmigen Gebildes schon in größenordnungsmäßig 10^8 Jahren denkbar; aber eine solche Vorstellung dürfte — wie wir sehen werden — doch wohl zu schematisch sein.

Schon die Unterschiede zwischen den H.R.-Diagrammen der fast gleich alten Kugelhaufen einerseits und der ältesten galaktischen Haufen (z. B. M 67) andererseits — z. B. haben die roten Giganten und die (nicht ganz so hellen) Subgiganten der letzteren kleinere absolute Helligkeit — deutet darauf hin, daß die beiden Populationsgruppen sich nicht nur altersmäßig, sondern auch physikalisch unterscheiden. Wir dürfen es wohl als eine der wichtigsten Entdeckungen der neueren Astrophysik betrachten, daß mit der in Tabelle 1 von links nach rechts führenden Entwicklung eine fortschreitende *Änderung der chemischen Zusammensetzung der Sternmaterie* verknüpft ist (wie *eng* die Korrelation ist, bleibt noch weitgehend zu erforschen):

[1]) Das im heutigen Halo der Milchstraße verteilte Gas und ein hierin verankertes Magnetfeld werden herangezogen, um die Speicherung insbesondere der sehr energiereichen Teilchen der *kosmischen Ultrastrahlung* und die Erzeugung eines erheblichen Teiles der allgemeinen *Radiofrequenzstrahlung* (als Synchrotronstrahlung) zu erklären. Der Zusammenhang dieses „Gas-Halos" mit dem der alten Sterne ist noch wenig geklärt. Wir können auf die damit aufgeworfenen Probleme hier nicht eingehen.

Das interstellare Gas und die Sterne der *Population I* besitzen die bis vor kurzem schlechthin als „kosmisch" bezeichnete Häufigkeitsverteilung der Elemente, nach Masse etwa

$$\text{H}:\text{He}:\text{Schwere Elemente} = X:Y:Z \approx 0{,}57:0{,}40:0{,}03. \quad (6)$$

Insbesondere zeigen neuere Arbeiten von J. S. MATHIS [*15*], [*16*] sowie L. H. ALLER und W. LILLER [*2*], daß die Zusammensetzung des Orionnebels sich von der junger O- und B-Sterne in Assoziationen bzw. Sternhaufen der Spiralarme nicht unterscheidet. Dasselbe gilt — mit geringerer Meßgenauigkeit — für das interstellare Gas.

Von Vertretern der *Scheibenpopulation* sind genauer analysiert die Sonne und — mit ganz anderen spektroskopischen Methoden — einige planetarische Nebel [*1*], [*9*]. Innerhalb der zur Zeit erreichbaren Genauigkeit der relativen Atomzahlen N, entsprechend etwa $\Delta \log N \approx 0{,}3$, sind gegenüber der zuerst besprochenen Gruppe galaktischer Objekte ebenfalls *keine* Unterschiede zu erkennen.

Dies wird anders bei den Schnelläufern der *Mittleren Population II*. Lassen wir methodische Fragen zunächst beiseite und diskutieren sogleich die *Ergebnisse* einiger neuerer Arbeiten!

Bekanntlich unterscheiden sich die Schnelläufer mittlerer Spektraltypen von normalen Vergleichsternen zunächst durch die größere Stärke der CH-Banden und etwas kleinere Stärke der CN-Banden. Diese Beobachtung versuchten zuerst M. SCHWARZSCHILD, L. SPITZER und R. WILDT ([*24*], dort weitere Literatur) dahingehend zu interpretieren, daß in den Schnelläufern die *Häufigkeiten* der Elementgruppe C, N, O bzw. der Metalle (d.h. der schweren Elemente) relativ zum Wasserstoff um Faktoren von etwa 2 bzw. 3 *kleiner* seien gegenüber den „normalen", d.h. Population I- und Scheiben-Sternen. Später fanden M. SCHWARZSCHILD und seine Mitarbeiter ([*25*], dort weitere Literatur; auch [*5*]) in anderen Schnelläufern teils kleinere, teils etwas größere Häufigkeitsunterschiede. Relativ gut studiert ist der offenbar ziemlich extreme Φ^2 Orionis (KO III, Raumgeschwindigkeit $\sim$100 km/sec); hier sind die Häufigkeiten *aller* schweren Elemente (He ist nicht erfaßbar) um einen Faktor $\sim$4 verringert. Weitere Arbeiten anderer Autoren bestätigen dieses Bild, brachten aber bis jetzt nichts grundsätzlich Neues zutage.

Die extremsten Mitglieder der Halo-Population II — der Übergang von der Mittleren Population II her scheint ziemlich stetig zu sein — sind die sog. *Subdwarfs* oder *Unterzwerge*[1]). Größe und Richtung ihrer Geschwindigkeitsvektoren deuten darauf hin, daß sie sich im allgemeinen auf stark exzentrischen Bahnen (ähnlich den „Tauchbahnen" der Bohrschen Atommodelle) zwischen dem Kern der Milchstraße und den fernen Regionen des Halo bewegen.

J. W. CHAMBERLAIN und L. H. ALLER [*7*] haben zuerst (1951) die Spektren der beiden einander sehr ähnlichen Subdwarfs HD 19445 und HD 140283 im Sinne verringerter Metallhäufigkeiten zu deuten versucht. Neuerdings hat nun B. BASCHEK [*3*] das Spektrum des letzteren Sternes mit modernen Methoden analysiert und gezeigt, daß die Häufigkeiten *aller* erfaßbaren schweren Elemente (relativ zum Wasserstoff) im Vergleich zur Sonne oder Population I-Sternen um einen Faktor 200 verringert sind. Stellen wir die spektroskopischen Probleme noch auf den folgenden Abschnitt zurück und überlegen uns einige kosmologische Folgerungen aus dieser Feststellung!

Zunächst erscheint es so gut wie aussichtslos, einen Mechanismus zu finden, der nachträglich aus dem bekannten Elementgemisch der Population I die schweren Elemente bis auf einen Rest von 0,5% entfernt hätte. Umgekehrt haben wir nun also ein ziemlich überzeugendes Argument dafür, daß die Milchstraße ihre Entwicklung als fast kugelsymmetrisches Gebilde aus hochgradig reinem Wasserstoff begonnen hat. (Über das Helium haben wir zwar noch keine unmittelbaren spektroskopischen Belege, aber kernphysikalische Überlegungen sprechen dafür, daß mit der Bildung der schwereren Elemente erhebliche Mengen Helium entstanden sind.)

[1]) Man hat sie so genannt, weil sie in der üblichen Darstellung des Hertzsprung-Russell-Diagramms *unter* der Hauptsequenz liegen.

Die Tatsachen, daß hinsichtlich ihrer Zusammensetzung so extreme Sterne wie HD 140283 sehr selten sind und daß schon die gewöhnlichen Schnelläufer in ihrem Metallgehalt den Population I-Sternen viel ähnlicher sind, sprechen dafür, daß die Bildung der schweren Elemente *und* des Heliums, die wir heute in den jüngeren Populationen vorfinden, schon sehr weit fortgeschritten war, als die *Bildung der galaktischen Scheibe* einsetzte.

In diesem Zusammenhange geradezu aufregend sind die Untersuchungen von W. W. MORGAN [*17*] über die integrierten *Spektren von Kugelsternhaufen*. Ein Teil derselben (z.B. M 92) zeigt relativ zu den Balmer-Linien ganz schwache Metallinien und besteht offenbar vorwiegend aus Sternen vom Typ des Subdwarfs HD 140283. Eine andere Gruppe aber zeigt fast normale Metallinien (z.B. NGC 6356); diese Haufen liegen alle am Himmel in der Nähe des galaktischen Zentrums, offenbar umlaufen sie dieses in schwach gegen die Milchstraßenebene geneigten Bahnen und stehen schon der mittleren Population II nahe.

Auch die Entstehung von Kugelhaufen ging also noch kurze Zeit weiter, nachdem schon ein großer Teil der schweren Elemente entstanden und die Bildung der galaktischen Scheibe ein Stück weit fortgeschritten war.

Daß die Prozesse der Entstehung von Sternen und damit von Helium und anderen schweren Elementen in den Anfangsstadien unserer Milchstraße viel lebhafter vor sich gingen als heute, erkennt man auch aus ihrer Energiebilanz: Geht man aus von der heutigen Gesamtleuchtkraft der Milchstraße, die ja letzten Endes durch die Umwandlung von Wasserstoff in Helium gespeist wird, so rechnet man leicht aus, daß sie in $\sim$10 Milliarden Jahren größenordnungsmäßig erst $\sim$1% des in ihrer Gesamtmasse enthaltenen Heliums ($\sim$40%) hätte erzeugen können.

Wie lange das „stürmische" Anfangsstadium der Milchstraße gedauert hat, dafür können wir zur Zeit nur eine obere Grenze abschätzen: Sowohl Kugelhaufen vom Typ M 92 wie auch z.B. einzelne Subdwarfs, ähnlich dem HD 140283 (dessen Masse: Leuchtkraft-Verhältnis praktisch dem der Sonne gleich ist), und andererseits die ältesten Objekte der galaktischen Scheibe, wie M 67, sind nach unseren heutigen Kenntnissen $\sim 12 \cdot 10^9$ Jahre alt. Ihre Altersunterschiede liegen innerhalb der derzeitigen Fehlergrenzen dieser Zeitbestimmungen. Danach möchte man schätzen, daß das Anfangsstadium unserer Milchstraße jedenfalls nicht länger als etwa $2 \cdot 10^9$ Jahre gedauert hat; es kann aber durchaus ganz erheblich kürzer gewesen sein.

Dürfen wir hoffen, in irgendwelchen fernen Galaxien (hierzu vgl. [*18*]) sozusagen noch ein Abbild des Jugendstadiums unserer Milchstraße zu finden? Bis jetzt ist es nicht gelungen. Man könnte versuchen, dies darauf zurückzuführen, daß ja — wie wir sahen — das Alter der ganzen Welt möglicherweise gar nicht erheblich größer ist als das unserer Milchstraße, so daß auch alle anderen Galaxien ihre Jugend schon hinter sich hätten. Dies klingt plausibel, aber auf dem Gebiete der Kosmogonie muß man wohl auch fernerhin noch auf Überraschungen gefaßt sein!

V. Spektroskopische Probleme der Sternpopulationen

Die Erkenntnis, daß mit der zeitlichen Entwicklung des Milchstraßensystems und anderer Galaxien anscheinend eine fortlaufende Bildung von Helium und schweren Elementen und damit eine fortlaufende Änderung der chemischen Zusammensetzung der Stellarmaterie verbunden war, erschließt — wie wir sahen — die Möglichkeit, diesen Prozeß durch genaue *spektroskopische Analyse* der *chemischen Zusammensetzung der Sternatmosphären* zu erforschen.

Wir sind zwar heute nicht mehr — wie noch vor wenigen Jahren — der Überzeugung, die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre eines Sternes müsse charakteristisch sein auch für sein Inneres. Aber wir können meist mit Grund annehmen, daß die Atmosphäre die Zusammensetzung des Mediums widerspiegelt, in dem der betreffende Stern sich *gebildet hat*.

Zur Erforschung der chemischen Zusammensetzung der Hauptmasse der Sterne bietet zwar die Theorie ihres inneren Aufbaues wohlbegründete Möglichkeiten. Aber

gerade die Bemerkungen, daß verschiedene Sterne verschiedenes Alter — d. h. verschieden weit ausgebrannte Kerne — *und* verschiedene Ausgangszusammensetzung haben, daß ferner gerade die interessierenden Sterne Zonen mit konvektivem Energietransport haben — dessen Aerodynamik noch keineswegs befriedigend geklärt ist —, diese Schwierigkeiten lassen in Verbindung mit den Unsicherheiten des Beobachtungsmaterials den

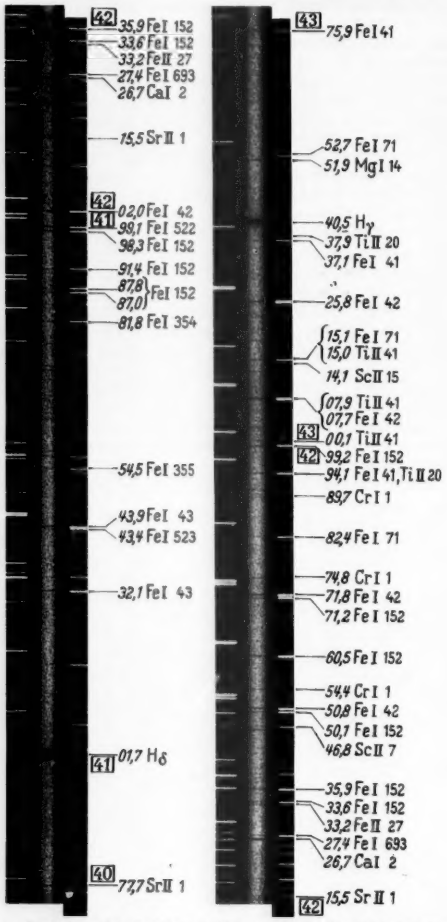


Fig. 4. Spektrum des Subdwarfs HD 140283. Vergleichsspektrum: Eisenlichtbogen. Das untere Vergleichsspektrum ist entsprechend dem Doppler-Effekt gegenüber dem Sternspektrum verschoben. Man erkennt so leichter die stärkeren Fe I-Linien im Spektrum des Subdwarfs. Die beigeschriebenen Wellenlängen sind Laboratoriumswellenlängen. Aufnahme am 100″-Teleskop des Mt. Wilson Observatory. 32″-Kamera des Coudé-Spektrographen; 10 Å/mm. Der kurzwellige Teil des Spektrums ist reproduziert bei B. Baschek [3, Abb. 1]

zweiten Weg zur Zeit noch ziemlich problematisch erscheinen.

So erscheint es wichtig, die Grundlagen einer quantitativen Spektralanalyse von Sternen verschiedener Populationen sorgfältig zu prüfen und weiterzuentwickeln. Man wird dabei sein Interesse besonders auch darauf richten müssen, relativ kleine *Unterschiede* der Zusammensetzung verschiedener Sterne mit Sicherheit und Genauigkeit zu erfassen.

A. Quantitative Spektralanalyse des Subdwarfs HD 140283. Besser als allgemeine Erörterungen führt uns an die angedeutete Problematik heran die detaillierte Analyse *eines* ganz bestimmten Objektes. Wir wählen den schon von J. W. Chamberlain und L. H. Aller [7] seinerzeit untersuchten extremen Subdwarf HD 140283. Durch das freundliche Entgegenkommen des Direktors der Mt. Wilson und Palomar Observatories, Herrn Dr. I. S. Bowen, und seiner Mitarbeiter war es dem Verfasser möglich, im Frühjahr 1957 mit dem Coudéspektrographen (32″-Kamera) des 100″-Spiegelteleskops eine größere Anzahl von Spektren (Fig. 4) mit 10 bzw. 20 Å/mm Dispersion aufzunehmen, die das Spektralgebiet von 3400 bis 8700 Å überdecken. Die Bearbeitung dieses Plattenmaterials hat Herr Dr. B. Baschek in seiner Kieler Dissertation [3] durchgeführt.

Um zu sehen, worauf es bei der Analyse eines solchen Sternspektrums ankommt und um gleichzeitig den Grad der Sicherheit und Eindeutigkeit[1]) der Schlüsse deutlich zu machen, beginnen wir mit einem qualitativen bzw. halbquantitativen Vergleich zwischen dem HD 140283 und normalen Hauptsequenzsternen der Population I bzw. Scheibenpopulation, deren Zusammensetzung jedenfalls in den wesentlichen Zügen bekannt ist. Oberflächliche Betrachtung des Subdwarfspektrums zeigt kräftige Wasserstofflinien und ganz schwache Metallinien. So klassifizierte man es zunächst nach dem allgemeinen Eindruck als A 5, was etwa einer Temperatur von 8000 °K entsprechen würde. N. G. Roman [19] — der wir eine Reihe wichtiger Arbeiten über Schnelläufer bzw. Halosterne verdanken — bemerkte, daß die Absolutintensität der Wasserstofflinien kleiner ist als bei A 5 und klassifizierte als F 5 mit dem Bemerken, daß hierfür aber die Metallinien erheblich zu schwach seien.

Da eigentlich alle Sterne ganz überwiegend aus Wasserstoff bestehen, müssen wir offenbar — und dies ist eigentlich der Knoten des Problems! — zuerst fragen, ob es möglich ist, die *Stärke der Wasserstofflinien* und die *Energieverteilung im Kontinuum* — das ja nur von negativen Wasserstoffionen oder von neutralen Wasserstoffatomen herrühren kann — (samt dem Intensitätssprung an der Balmer-Grenze) durch *eine* effektive[2]) Sterntemperatur T_e zu erklären. (Aus der Theorie der Sternatmosphären weiß man, daß bei mittleren Temperaturen der Druck bzw. die Schwerebeschleunigung g an der Sternoberfläche auf die erwähnten Phänomene nur ganz geringen Einfluß hat).

B. Baschek's Messungen zeigten, daß die Äquivalentbreiten der Balmer-Linien des Wasserstoffes in HD 140283 praktisch gleich denen in der *Sonne* waren. Unveröffentlichte Messungen von J. Stebbins und G. Kron im Rahmen ihrer Sechsfarbenphotometrie ergaben weiter, daß das Kontinuum des HD 140283 in dem von Fraunhofer-Linien nicht gestörten Bereich von ~5000 bis 10000 Å praktisch mit dem normaler G 2 V-Sterne bzw. der Sonne (die dieser Spektralklasse angehört) übereinstimmt. Kein Zweifel: Die frühere „Wasserstoff-Klassifikation" F 5 beruhte nur darauf, daß man gewöhnlich einzelstehende Linien stärker einschätzt als solche, die von einer Menge anderer schwächerer Linien umgeben sind. Die Temperatur des HD 140283 kann sich nur ganz wenig von der der Sonne bzw. eines G 2 V-Sternes unterscheiden.

Wie ist dann die große Schwäche der Fraunhofer-Linien in HD 140283 im Vergleich zur Sonne zu verstehen? Wenn die seinerzeit von Chamberlain und Aller vorgeschlagene Annahme geringer Metallhäufigkeit in den Subdwarfs richtig ist, so muß trotzdem der Grad der Ionisation und Anregung in Subdwarfs und Sonne fast derselbe sein. Ohne Messungen kann man dies schon weitgehend prüfen, indem man etwa gleich starke Linien mit verschiedenen Ionisations- bzw. Anregungsverhältnissen ins Auge faßt. In der Tat ist z. B. das Intensitätsverhältnis von Fe I-Linien hoher zu

[1]) Hierzu eine allgemeine Bemerkung: Es ist selbstverständlich immer das Einfachste und Billigste, irgendwelche anomalen Linienintensitäten in einem Sternspektrum auf Häufigkeitsunterschiede der betreffenden Elemente zurückzuführen. Man bezeichnete früher Sirius als einen Wasserstoffstern und die Sonne als Metallstern, bis M. N. Sahas Theorie der thermischen Ionisation solch naiven Hypothesen ein Ende machte. Selbst auf der Sonne gibt es offensichtliche Anregungseffekte, die wir auch heute noch nicht verstehen (z. B. seltene Erden im Flash-Spektrum und in den Flügeln von H und K). Der Spektroskopiker sollte daher grundsätzlich bestrebt sein, alle anderen Möglichkeiten einer Erklärung zu erschöpfen, ehe er an Häufigkeitseffekte denkt, und letztere stets von mehreren Seiten her prüfen. Dies erfordert sozusagen schon seine Standesehre gegenüber den Kernphysikern!!

[2]) Die effektive Temperatur T_e bestimmt per def. die Ausstrahlung pro cm² der Sternoberfläche. Bei der Sonne z. B. ist sie also äquivalent der Solarkonstante.

niedriger Anregung ($\Delta\chi \approx 2{,}5$ eV) im Sonnenspektrum eher etwas größer als in dem des Subdwarfs. Charakteristische Linien hoher Ionisation *und* Anregung, die noch in den F-Sternen ganz prominent sind, wie Mg II λ 4481 oder Si II λ 3862, fehlen im Subdwarf vollständig, d.h., dessen Temperatur liegt sicher unter der eines F-Sternes. Andererseits unterscheidet sich das Intensitätsverhältnis von Linien verschiedener Metalle, welche ähnliche Anregungs- und Ionisationsspannungen haben, wie z.B. die Resonanzlinien von Al I und Ca I, in Sonne und Subdwarf nicht merklich. Dies spricht dafür, daß die relativen Häufigkeiten der Metalle untereinander sich „normal" verhalten.

Nachdem eine ganz unmittelbar anschauliche, halbquantitative Diskussion des Spektrums von HD 140283 uns überzeugt hat, daß dieser sozusagen als „Sonne" mit erheblich verringertem Metallgehalt (die Elemente He, C, N, O ... sind leider spektroskopisch nicht erfaßbar) aufzufassen ist, kann der kompliziertere Apparat der quantitativen Spektralanalyse in Tätigkeit treten:

Die gemessenen Äquivalentbreiten der Linien werden mit Hilfe von sog. „Wachstumskurven" in „wirksame Anzahlen absorbierender Atome" umgesetzt. Nachdem die Wasserstofflinien und das Kontinuum schon einen ziemlich guten Wert der effektiven Temperatur geliefert haben, ergibt die Ionisation von Ca und Fe, die durch Linien des neutralen *und* des ionisierten Atoms vertreten sind, genauere Werte für Temperatur *und* Elektronendruck. Letzterer kann nochmals mittels der Starkeffektverbreiterung der *hohen* Glieder der Balmer-Serie überprüft werden. Endlich werden nach Berechnung eines genauen *Modells* der Sternatmosphäre noch die feinen Effekte der Temperatur- und Druck*schichtung* sowie der Druckverbreiterung der Metallinien berücksichtigt.

Das Ergebnis dieser — im einzelnen ziemlich langwierigen — Rechnungen von B. BASCHEK ist dieses: Alle schweren Elemente — erfaßt wurden Na, Mg, Al, Si, Ca, Sc, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni und Sr — sind im HD 140283 relativ zum Wasserstoff *200mal seltener* als auf der Sonne. Die relativen Häufigkeitsverhältnisse der genannten Elemente untereinander dagegen sind innerhalb der Fehlergrenzen ($\Delta \log N \approx \pm 0{,}3$) *dieselben*.

Was zunächst die Genauigkeit des wichtigen Verhältnisses $\sim$200 betrifft, so hängt dieses sehr empfindlich zusammen mit der Temperatur des Sternes. Da bekanntlich in der Spektralsequenz G-F-A die Intensität *aller* Metallinien rasch abnimmt, so führt eine zu hohe Temperatur auf eine zu große Metallhäufigkeit. CHAMBERLAIN und ALLER benutzten seinerzeit eine (mehr oder weniger geschätzte) zu hohe Temperatur und erhielten daher eine Metallhäufigkeit von ungefähr $^1/_{20}$ des solaren Wertes. Wir müssen Wert darauf legen, daß bei jeder quantitativen Analyse eines Sternes dessen *Temperatur* T_e und Schwerebeschleunigung g (auf die es nicht so genau ankommt) aus dem Spektrum selbst mit größter Sorgfalt ermittelt werden.

Nachdem wir uns vergewissert haben, daß die dargestellte Deutung des Spektrums eines extremen Subdwarfs kaum irgendwelche Lücken offenlassen dürfte, wollen wir die kosmogonischen Betrachtungen von Abschn. 4 noch etwas weiterführen. Entsprechend ihrer *sehr* geringen Metallhäufigkeit müssen HD 140283 und ähnliche Objekte ganz am Anfang der Entwicklung unserer Milchstraße entstanden sein. Da 99,5% der schweren Elemente später entstanden sind, so *muß* man wohl annehmen, daß diese ursprünglich aus *reinem Wasserstoff* gebildet wurde. Sehr überraschend — um nicht zu sagen unerwartet — ist es, daß schon die ersten 0,5% der schweren Materie mit solcher Genauigkeit *dieselbe* chemische Zusammensetzung haben wie die spätere Population I-Materie. An ihrer Bildung waren ja — wie wir sahen — nach den Vorstellungen von HOYLE, FOWLER u. a. ganz verschiedenartige Kernprozesse beteiligt, die sich überdies in völlig verschiedenartigen Entwicklungsstadien von Sternen abspielten. Diese Prozesse müssen also schon anfangs mit genau denselben relativen Häufigkeiten abgelaufen sein wie später, *und* es muß eine ziemlich gute Durchmischung ihrer Endprodukte stattgefunden haben.

B. Spektralklassifikation der Sternpopulationsgruppen. Um die Zusammenhänge zwischen dem Häufigkeitsverhältnis der schweren Elemente zum Wasserstoff und anderen Eigenschaften der Sterne, insbesondere ihren Bahnen im galaktischen System, weiter zu klären, erscheint es wichtig, das geschilderte Verfahren der detaillierten Spektralanalyse mit seinem großen instrumentellen und Arbeitsaufwand zu ergänzen durch auch auf schwächere Sterne anwendbare „Schnellverfahren", d.h. durch Erweiterung der *Spektralklassifikation der Sterne.*

Die heute in praxi meist angewandte „zweidimensionale" *MK*- (d.h. Morgan-Keenan-) *Klassifikation* nach Spektraltyp *Sp* und Leuchtkraftklasse *LC* ist theoretisch zu interpretieren als eine Klassifikation nach effektiver Temperatur T_e und Schwerebeschleunigung g an der Sternoberfläche. Wie kann man nun die Metallhäufigkeit Z als dritten Parameter in die Klassifikation hereinbringen, d.h. Unterschiede der Metallhäufigkeit unabhängig von T_e und g erkennen?

Als Vorbereitung müssen wir die *kontinuierlichen Spektren*, insbesondere der Subdwarfs, genauer studieren. Schon N. ROMAN [*19*] hat darauf hingewiesen, daß die Subdwarfs im *Ultraviolett* stärker strahlen als normale Hauptsequenzsterne, welche im langwelligen Spektralgebiet dieselben Farbenindizes, d.h. dieselbe spektrale Energieverteilung, haben. Diesen Unterschied versteht man sofort, wenn man bedenkt, daß man sowohl bei der Messung von Farbenindizes wie auch bei der Messung der spektralen Energieverteilung von Sternen mit kleiner Dispersion nicht das *wahre* Kontinuum erfaßt, sondern nur ein Pseudokontinuum, das durch die insbesondere im kurzwelligen Bereich dichtgepackten Fraunhofer-Linien mehr oder weniger herabgedrückt ist. B. BASCHEK [*3*] hat für den HD 140283 an Hand der Sechsfarbenphotometrie von STEBBINS und KRON quantitativ verifiziert, daß sein Ultraviolettüberschuß gegenüber der Sonne ausschließlich darauf beruht, daß das UV-Spektrum der Sonne durch die Fraunhofer-Linien herabgedrückt wird. Unabhängig davon haben A.R. SANDAGE und O. EGGEN [*22*] dasselbe an Hand der UBV-Photometrie gezeigt. Auch die spektralphotometrischen Messungen von L. DIVAN [*8*] konnte Verfasser [*30*] ebenso deuten. Dabei ergab sich — als ebenso unerwartetes wie interessantes Nebenergebnis —, daß der merkwürdige „Knick" in den relativen spektralen Energieverteilungen der Sterne bei $\lambda \approx 4800$ Å, auf den in neuerer Zeit insbesondere D. CHALONGE und seine Mitarbeiter nachdrücklich hingewiesen hatten, nur durch die mehr oder weniger verschmierten Fraunhofer-Linien im kurzwelligen Spektralgebiet der kühleren Sterne hervorgerufen wird!

Damit haben wir nun die Grundlagen, um an eine klassifikatorische Erfassung der Subdwarfs und überhaupt metallarmer Sterne heranzugehen:

N. ROMAN [*19*] — wie gesagt — hat schon bemerkt, daß in einem *Zweifarbendiagramm* die metallarmen Sterne erkennbar werden: Trägt man über dem Farbenindex B-V (Blau minus Visuell) den U-B (Ultraviolett-Blau) auf, so haben cet. par. die Subdwarfs infolge der viel geringeren Depression ihres Spektrums im Ultraviolett *kleineren* U-B-Farbindex. Dieses Verfahren ist aber wegen der großen Breite der verwendeten Spektralbereiche (insbesondere greift U über die Balmer-Grenze weg) wenig empfindlich und trennt die in Frage kommenden Parameter nur unscharf.

Besser ist daher die „*spektralphotometrische Klassifikation*" von B. STRÖMGREN [*27*, S. 245 und 385ff.]. Hier werden durch Interferenzfilter viel schärfer begrenzte Bereiche ausgesondert (Tabelle 2) und photoelektrisch

Tabelle 2. *Spektralphotometrische Klassifikation der Sterne bzw. Populationsgruppen nach* B STRÖMGREN [*27*, S. 386]

	a	b	c	d	e	f	
Wellenlänge λ . .	5000	4861	4700	4500	4030	3600	Å
$1/\lambda$.	2,00	2,06	2,13	2,22	2,48	2,78	$\cdot 10^4 \mathrm{cm}^{-1}$
Bandbreite $\Delta\lambda$.	90	35	100	80	90	350	Å

a bis e Interferenzfilter; f Glasfilter.

gemessen. Bezeichnen wir — analog der bekannten Definition der Größenklassen — z.B. 2,5 log Int. (a) kurz mit A usw., so würden die üblichen Farbenindizes Differenzen der Art $A - B$ ... entsprechen. B. STRÖMGREN bildet nun weiter sozusagen Differenzen 2. Ordnung,

entsprechend der Krümmung der spektralen Energieverteilungskurve. Ebensogut kann man natürlich sagen, man bilde die *Differenz* der Farbenindizes für zwei aneinandergrenzende Wellenlängengebiete. Benützt man hierbei zwei etwa gleich große Bereiche in $1/\lambda$, so werden gleichzeitig Temperaturunterschiede der Sterne und die $1/\lambda$ proportionale interstellare Absorption in erster Näherung unschädlich gemacht. In unserem Zusammenhang ist insbesondere wichtig der Index

$$m = 2\left\{\frac{A+E}{2} - D\right\} = (A-D) - (D-E).$$

Sind im Spektrum (eines Subdwarfs) die dichten Fraunhofer-Linien bei e, d.h. λ 4030 $\pm$ 45 Å erheblich schwächer, so sinkt m um $\sim 0^{m}12$ ab. Eine „theoretische Eichung" des quantitativen Zusammenhangs zwischen dem Index m und der Metallhäufigkeit dürfte — trotz der Kompliziertheit des Problems — möglich sein mit Hilfe der vom Verfasser, D. LABS und K.H. BÖHM[1]) entwickelten Methode der „fetten Linie": Es kommt nur darauf an, welcher *Bruchteil* des verwendeten Spektralbereiches von Linienabsorptionskoeffizienten zwischen $\varkappa_\nu$ und $\varkappa_\nu + d\varkappa_\nu$ „besetzt" ist; damit kann man eine Art *effektiver Wachstumskurve* für das ganze Spektralgebiet unschwer berechnen.

In praktischer Hinsicht dürfte B. STRÖMGRENS Verfahren der spektralphotometrischen Klassifikation sich dadurch empfehlen, daß es bis zu sehr schwachen Sternen ausgedehnt werden kann.

Ein anderes Verfahren zur *dreidimensionalen Klassifikation der Sternspektren* haben D. CHALONGE und seine Mitarbeiter [*4*], [*27*, S. 345] entwickelt. Gemessen werden hierbei zunächst der *Intensitätssprung an der Balmer-Grenze* $D = \log I_{3700+}/I_{3700-}$ und die *Wellenlänge des Intensitätsabfalles* bzw. $\lambda_1 - 3700$. Über einer Horizontalebene mit diesen beiden Koordinaten wird als dritte aufgetragen der *Gradient* $\Phi_b = -d \ln I_\lambda / d(1/\lambda)$ für das blaue Spektralgebiet λ 3800 bis 4800 Å. Alle normalen Sterne liegen nun auf einer empirisch festgelegten Fläche Σ, d.h. Fkt. $(D, \lambda_1, \Phi_b) = 0$. Die Subdwarfs dagegen liegen *unterhalb* (der oberen Hälfte) der Chalongeschen Fläche. Diesen Sachverhalt könnte man dahingehend ausdrücken, daß die Subdwarfs für ein bestimmtes Wertepaar Φ_b, λ_1 einen zu *kleinen* Balmer-Sprung D haben, und man könnte weiterhin ihren Ultraviolettexzeß damit in Zusammenhang bringen. Dies gibt aber hinsichtlich der Deutung ein schiefes Bild. Geht man aus von den physikalischen Parametern T_e und g, so haben — wie wir sahen — die Subdwarfs dafür normale „Wasserstoff-Eigenschaften", insbesondere D und λ_1. Dadurch, daß jedoch die nach dem UV rasch dichter werdende Besetzung des Spektrums mit Metall-Fraunhofer-Linien wegfällt, haben die Subdwarfs im Vergleich zu Population I-Sternen einen zu *kleinen* Blau-Gradienten Φ_b. Könnte man diesen bei *allen* Sternen für das *wahre* Kontinuum messen, so würden — wie man im einzelnen zeigen kann — die Subdwarfs praktisch auf die Chalongesche Σ-Fläche zu liegen kommen.

Auch in dem gewöhnlichen H.R.-Diagramm würden sie — wie verschiedentlich (z.B. [*22*], [*3*]) bemerkt wurde — entgegen ihrem Namen gar nicht mehr *unter* die Hauptsequenz fallen, wenn statt eines nur unklar definierten Spektraltyps die effektive Temperatur T_e verwendet würde und wenn die absolute Helligkeit sich auf ein hinreichend linienarmes Spektralgebiet (z.B. das visuelle) oder die Gesamtstrahlung bezieht. Ergänzend bemerken wir, daß die g-Werte der Subdwarfs sich von denen gleich heller Population I-Sterne nach neueren Rechnungen von F. HOYLE und C.B. HASELGROVE [*11*], [*14*] nur unmerklich unterscheiden.

Wenn es auch gelungen ist, eine Reihe der spektroskopischen Probleme zu lösen, die durch den Zusammenhang zwischen der Folge der Sternpopulationen und der Bildung der schweren Elemente aktuell geworden sind, so bleibt doch noch viel zu tun. Eine allgemeine Diskussion der Frage, wie eine Änderung der Häufigkeitsverhältnisse H:He:Metall die Spektren von Sternen mit verschiedenen T_e und g beeinflußt, ist vom Verfasser [*29*] vor einiger Zeit begonnen worden. In methodischer Hinsicht war dabei der wesentliche Trick, *nicht* direkt Sternpaare mit denselben T_e und g miteinander zu vergleichen, sondern — was viel einfacher ist — solche mit denselben Mittelwerten der Temperatur T und des Elektronendruckes P_e. Die Umrechnung auf die gewohnten Koordinaten T_e, g kann nachträglich leichter bewerkstelligt werden.

Diese Rechnungen müßten nach kühleren Temperaturen hin weitergeführt werden, wo naturgemäß die mannigfachen Möglichkeiten der Molekelbildung die Rechnung und die Übersicht erheblich erschweren.

Wie schon eingangs erwähnt, sind die bekannten CH- und CN-Kriterien für Schnelläufer, d.h. Population II-Sterne, theoretisch schon von M. SCHWARZSCHILD, L. SPITZER und R. WILDT [*24*] diskutiert worden. In quantitativer Hinsicht stößt die Auswertung der Molekelspektren immer wieder auf die äußerst unangenehmen Probleme der Konstruktion ihrer integralen Wachstumskurven, der Druckeffekte der Bandenspektren usw. Detaillierte Rechnungen liegen meines Wissens eigentlich nur für einige Absorptionsbanden in der Erdatmosphäre vor. Wie endlich die — offensichtlich mehrdimensionale — Mannigfaltigkeit der ganz späten Spektraltypen (M, N, R, S ...) mit dem Populationsproblem zusammenhängt, dafür fehlt zur Zeit noch so gut wie jeder Anhaltspunkt.

VI. Schlußbemerkungen

Die rapide Entwicklung unserer Vorstellungen über Struktur und Evolution kosmischer Gebilde ermahnt uns eindringlich, es bei aller Begeisterung über den Fortschritt der Erkenntnis auch nicht an der nötigen Vorsicht fehlen zu lassen. Viele unserer speziellen Aussagen dürften in späteren Jahren eine Revision erfordern. Von Dauer wird es aber ohne Zweifel sein, daß wir immer mehr Ansatzpunkte und Methoden in die Hand bekommen, um die Probleme kosmischer Entwicklungsprozesse mittels der bewährten Verbindung von Beobachtung und Theorie zu erforschen.

Werden wir jemals *wissen*: „Im Anfang war ...?" Es sei erlaubt, daran zu erinnern, daß die Physik in neuerer Zeit schon mehrmals vor analogen Situationen gestanden hat.

Was geschieht, wenn wir die *Geschwindigkeit* v einer Masse immer weiter vergrößern? Die *Relativitätstheorie* gibt hierauf die eindeutige — dem „gesunden Menschenverstand" aber gar nicht genehme — Anwort: „Die Geschwindigkeit v nähert sich der Lichtgeschwindigkeit c; eine größere Geschwindigkeit *gibt es nicht*."

Oder: Was geschieht, wenn wir in den Mikrokosmos immer weiter vordringen? Hierüber belehrt uns die *Quantentheorie*, daß der Fortschritt der Erkenntnis im Sinne der klassischen Physik auf ein unüberwindliches Hindernis stößt, das durch die endliche Größe des Planckschen Wirkungsquantums h gegeben ist. Im einzelnen werden — dies brauchen wir hier nicht weiter auseinanderzusetzen — die verbleibenden Erkenntnismöglichkeiten und -unmöglichkeiten in der Nähe dieser Grenze durch die *Heisenbergsche Ungenauigkeitsrelation* geregelt.

Sollte nicht — wir möchten dies vermuten — die weitere Entwicklung der *Kosmogonie und Kosmologie* einmal zu einer neuen grundsätzlichen Erweiterung unseres physikalischen Weltbildes führen, in der dann die reziproke Hubble-Konstante bzw. das Alter der Welt $T_0 = H^{-1}$ eine ähnlich grundlegende Rolle spielt wie die Lichtgeschwindigkeit c in der Relativitätstheorie oder das Plancksche h in der Quantentheorie? Die obstinate Frage, was *vor* dem Anfang der Welt war, würde dann wohl zwangsläufig ihren Sinn verlieren, ein Denkmodus, der gar nicht so weit entfernt ist von dem altbekannten:

„Und die Erde war wüst und leer, und es war finster auf der Tiefe;
und der Geist Gottes schwebte auf dem Wasser.
Und Gott sprach: Es werde Licht! Und es ward Licht."

[1]) Z. Astrophysik **24**, 384 (1948); **29**, 199 (1951); **34**, 182 (1954).

Literatur

* = Zusammenfassende Darstellungen

[*1*] ALLER, L.H., u. R. MINKOWSKI: Astrophysic. J. **124**, 110 (1956). — [*2*] ALLER, L.H., u. W. LILLER: Astrophysic. J. **130**, 45 (1959). — [*3*] BASCHEK, B.: Z. Astrophysik **48**, 95 (1959). — [*4*] BERGER, J., D. CHALONGE, L. DIVAN u. A.-M. FRINGANT: Ann. d'Astrophys. **19**, 267 (1956). — [*5*] BURBIDGE, E.M. u. G.R.: Astrophysic. J. **124**, 116 (1956). — *[*6*] BURBIDGE, E.M. u. G.R., W.A.

FOWLER u. F. HOYLE: Rev. Mod. Phys. **29**, 547 (1957). — [7] CHAMBERLAIN, J.W., u. L.H. ALLER: Astrophysic. J. **114**, 52 (1951). — [8] DIVAN, L.: Ann. d'Astrophys. **19**, 287 (1956). — [9] EBERLEIN, K.: Z. Astrophysik **38**, 14 (1955); **41**, 271 (1957). — *[10] Handbuch der Physik (Encyclopedia of Physics), Bd. 50—53 (Astrophysik). Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1958/59. — [11] HASELGROVE, C.B., u. F. HOYLE: Monthly Notices Roy. Astronom. Soc. **119**, 112 (1959). — *[12] HOUTERMANS, F.: Naturwiss. **44**, 157 (1957). — [13] HOYLE, F., u. M. SCHWARZSCHILD: Astrophysic. J. Suppl. **2**, 1 (1955). — [14] HOYLE, F.: Monthly Notices Roy. Astronom. Soc. **119**, 124 (1959). — [15] MATHIS, J.S.: Astrophysic. J. **125**, 328 (1957). — [16] MATHIS, J.S.: Astrophysic. J. **126**, 493 (1957). — [17] MORGAN, W.W.: Publ. Astronom. Soc. Pacific **68**, 509 (1956). — [18] MORGAN, W.W., u. N.U. MAYALL: Publ. Astronom. Soc. Pacific **69**, 291 (1957). — [19] ROMAN, N.G.: Astronom. J. **59**, 307 (1954). — [20] ROMAN, N.G.: Astrophysic. J. Suppl. **2**, 195 (1955). — *[21] SANDAGE, A.R.: Astrophysic. J. **127**, 513 1958). — [22] SANDAGE, A.R., u. O. EGGEN: Observatory **79**, 76 (1959). — [23] SCHÖNBERG, M., u. S. CHANDRASEKHAR: Astrophysic. J. **96**, 161 (1942). — [24] SCHWARZSCHILD, M., L. SPITZER u. R. WILDT: Astrophysic. J. **114**, 398 (1951). — [25] SCHWARZSCHILD, M. u. B., L. SEARLE u. A. MELTZER: Astrophysic. J. **125**, 123 (1956). [25a] SCHWARZSCHILD, M.: Structure and Evolution of the Stars. Princeton Univ. Press 1958. — [26] Second Conference on Co-Ordination of Galactic Research. (Ed. A. Blaauw u. a.) I.A.U.-Symposium No. 7. Cambridge 1959. — *[27] Stellar Populations (Ed. D.J.K. O'Conell, S.J.), Vatican Observatory 1958. — *[28] UNSÖLD, A.: Naturwiss. **44**, 145 (1957). — [29] UNSÖLD, A.: Über die mittleren Zustandsgrößen und Spektren der Sternatmosphären in Abhängigkeit von ihrem Wasserstoff- und Heliumgehalt. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen 1958, S. 49. — [30] UNSÖLD, A.: Z. Astrophysik **49**, 1 (1959).

Institut für Theoretische Physik und Sternwarte der Universität, Kiel

Eingegangen am 6. November 1959

Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

Röntgenographischer Nachweis einer Überstruktur in Neusilber-Legierungen

In einer kalorimetrischen Untersuchung der Ordnungsvorgänge im α-Mischkristallgebiet des Systems Cu—Ni—Zn konnten A. KUSSMANN und H. WOLLENBERGER[1]) zeigen, daß die im Temperaturverlauf der wahren spezifischen Wärme getemperter Legierungen zwischen 200 und 500° C auftretende endotherme Wärmetönung ihrem Betrage nach von den Randgebieten des Systems zur Mitte hin zunimmt und in der Nähe der Zusammensetzung Cu_2NiZn ein Maximum hat. Diese Tatsache sowie die inzwischen ermittelte Abhängigkeit der wahren spezifischen Wärme von Anlaßbehandlungen ließen vermuten, daß hier eine atomare Fernordnung vorliegt. Es erschien daher wünschenswert, die Überstruktur röntgenographisch nachzuweisen. Ein solcher Nachweis wird jedoch durch den geringen Unterschied im Streuvermögen der beteiligten Atomarten sehr erschwert. Die Aufnahmen wurden deshalb mit einer Röntgenfeinstrukturanlage gemacht, wie sie von HOFMANN und JAGODZINSKI[2]) beschrieben wurde. Sie besteht aus einer Guinier-Kammer mit fokussierendem Quarzmonochromator und einer Feinfokusröhre nach HOSEMANN[3]) und zeichnet sich durch große Lichtstärke, Streuuntergrundfreiheit und große Zeichenschärfe aus (Hersteller: AEG Stromrichterfabrik). Ein weiterer für diese Untersuchung wesentlicher Vorteil besteht darin, daß mit streng monochromatischer Strahlung, hier $CuK_{\alpha 1}$, gearbeitet werden kann. Bei dieser Wellenlänge vergrößert sich der geringe Unterschied im Streuvermögen der Legierungskomponenten durch anomale Dispersion[4]). Da die ebenfalls vom Monochromator reflektierte Wellenlänge $\lambda/2$ Reflexe erzeugt, die mit den Überstrukturlinien zusammenfallen, wurde die Anodenspannung der Röhre auf 14 kV reduziert, um mit Sicherheit unter der Anregungsspannung von $\lambda/2$ zu bleiben. Um die Luftstreuung, die bei den benutzten Belichtungszeiten sehr störend wirkt, auf ein Minimum herabzusetzen, wurde die Guinier-Kammer mit einer Vakuumglocke abgedeckt (Druck etwa 10^{-2} bis 10^{-3} Torr).

Die Aufnahmebedingungen waren folgende: $CuK_{\alpha 1}$ reflektiert an der $(10\bar{1}1)$-Ebene eines Quarzkristalles, 14 kV, 4 mA, Belichtungszeit 190 Std, Durchstrahlaufnahmen bei Raumtemperatur, asymmetrische 45°-Subtraktionsstellung der Kammer, Doppelschichtfilm. Als Probe diente eine Legierung mit 47,96 Gew.-% Cu, 24,03 Gew.-% Ni und 27,98 Gew.-% Zn, die in der oben angeführten Untersuchung[1]) die größte Wärmetönung gezeigt hatte. Sie wurde entsprechend den Ergebnissen magnetischer Messungen (s. unten) von 600° C auf Raumtemperatur abgeschreckt (Fig. 1a) und dann während 500 Std von 400 auf 200° C abgekühlt (Fig. 1b). Die Aufnahmen umfassen einen Streubereich von $2\vartheta = 0° \ldots 120°$. Das Beugungsdiagramm der ungeordneten Legierung (Fig. 1a) zeigt, daß es sich um ein kubisch-flächenzentriertes Gitter handelt. Außer den Reflexen dieses Gitters treten lediglich einige sehr schwache, stark verbreiterte Linien auf, die von den Oxyden der Legierungskomponenten, vornehmlich ZnO herrühren. Fig. 1b gibt das Beugungsdiagramm der langsam abgekühlten Probe wieder. Es treten jetzt zusätzlich zu den Reflexen des allseitig flächenzentriert kubischen Gitters sämtliche in einem einfach primitiven Gitter noch mögliche Reflexe (hkl) allerdings sehr schwach auf. Dies bedeutet, daß sich die Cu-, Zn- und

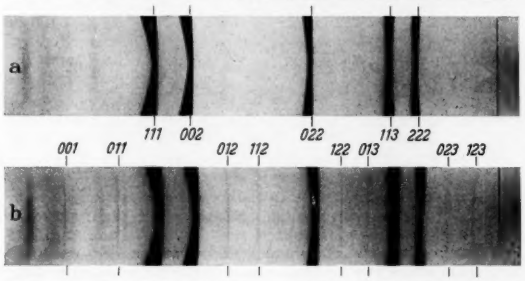


Fig. 1 a u. b. Röntgendiagramm zweier verschieden behandelter Neusilber-Legierungen, a: ohne Fernordnung, b: mit Fernordnung (14 kV, 5 mA, $CuK_{\alpha 1}$, 190 Std)

Ni-Atome nicht wie in Fig. 1a nach Zufall auf die Gitterplätze verteilen, sondern einen hohen Fernordnungsgrad (Überstruktur) aufweisen. Eine Abschätzung ergibt für das

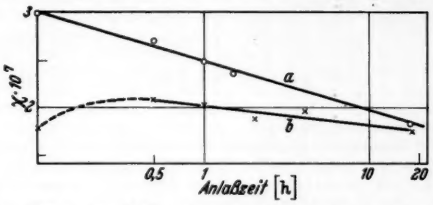


Fig. 2. R.T.-Suszeptibilität einer Neusilber-Legierung bei stufenweisem Anlassen. Anlaßtemperatur *a* 200°, *b* 320° C

Intensitätsverhältnis der Grund- zu den Überstrukturlinien (für die Reflexe 111 und 112) einen Wert von etwa 1000:1. Genaue Intensitätsmessungen zur Bestimmung der Atomlagen in der Gitterzelle sind im Gange.

Die Kinetik des Ordnungsvorganges wurde durch magnetische Messungen ermittelt. Die Legierung zeigt einen annähernd temperaturunabhängigen Paramagnetismus. Anlassen der von 600° C, d.h. oberhalb der kritischen Temperatur des Ordnungszustandes abgeschreckten Probe führt zu der in Fig. 2 dargestellten Kurve. Die Raumtemperatur-Magnetisierbarkeit nimmt also logarithmisch mit der Anlaßzeit, d.h. mit der Zunahme des Ordnungsgrades ab. Rückbildungsvorgänge bei steigender Anlaßtemperatur treten wie von anderen geordneten Atomverteilungen bekannt auf. Unterhalb 180° C sind die Vorgänge praktisch eingefroren. Durch Anlassen oberhalb 350° C läßt sich keine Suszeptibilitätsverminderung mehr erreichen.

Eine vollständige Wiedergabe und Deutung des Verhaltens der ordnungsfähigen Neusilber-Legierungen erfolgt demnächst an anderer Stelle.

Für die finanzielle Unterstützung der Arbeit danken die Verff. dem Senator für Wirtschaft und Kredit des Landes Berlin sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Bad Godesberg.

Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin, und Institut Berlin der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt

D. Bialas, R. Hosemann, A. Kussmann, F. Motzkus und H. Wollenberger

Eingegangen am 14. Dezember 1959

[1]) Kussmann, A., u. H. Wollenberger: Z. Metallkunde **50**, 94 (1959). — [2]) Hofmann, E. G., u. H. Jagodzinski: Z. Metallkunde **46**, 601 (1955). — [3]) Hosemann, R.: Z. angew. Phys. **7**, 532 (1955). — [4]) Hönl, A.: Z. Physik **84**, 1 (1933).

Die Kristallstruktur von KGe und isotypen Germaniden und Siliciden

Die Verbindungen KSi, RbSi, CsSi, KGe, RbGe und CsGe sind kubisch und untereinander isotyp[1]). Die Atomanordnung in diesen Verbindungen ist für die Kenntnis des Verhaltens

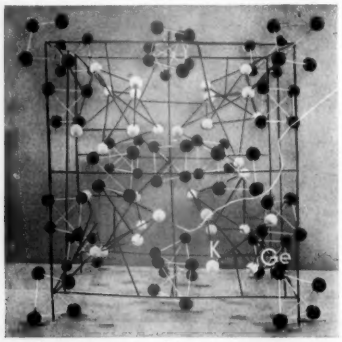


Fig. 1. Strukturbild. Näheres s. Text

der Alkalimetalle zu den Elementen der vierten Gruppe des Periodensystems der Elemente und für den Einblick in den Aufbau der Silicide und Germanide von grundsätzlicher Bedeutung. Es wurde deshalb als Beispiel die Struktur von KGe röntgenographisch bestimmt. Die vorläufigen Ergebnisse der Untersuchung mit Pulver-, Drehkristall- und Weißenberg-Aufnahmen unter Verwendung von Fourier-Methoden sind:

Raumgruppe: $T_d^4 - P\bar{4}3n$; Gitterkonstante: $a = 12{,}80 \pm 0{,}03$ Å
Zellinhalt: $K_{32}Ge_{32}$
Punktlagen: 8 Ge auf $8(e)$: $x = 0{,}070$
24 Ge auf $24(i)$: $x = 0{,}065$; $y = 0{,}320$; $z = 0{,}422$
8 K auf $8(e)$: $x = 0{,}333$
24 K auf $24(i)$: $x = 0{,}333$; $y = 0{,}145$; $z = 0{,}063$

Mit diesen Werten ist der R-Wert der $hk0$-Daten im Bereich der Cu-Strahlung $R = 0{,}10$.

Die Struktur (vgl. Fig. 1) ist wesentlich charakterisiert durch isolierte Ge_4-Tetraeder, deren Schwerpunkte in 0, 0, 0; $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}$; $\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, 0$; $0, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}$; $\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{4}$; $\frac{1}{2}, 0, \frac{3}{4}$; $\frac{3}{4}, \frac{1}{2}, 0$ und $0, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}$ liegen. Die K-Atome sind zwischen diesen Ge-Gruppen angeordnet. Die Struktur hat somit eine engere Verwandtschaft zu der von NaPb[2]), wo bei anderer Symmetrie und Atomanordnung prinzipiell ähnliche Verhältnisse vorliegen (Pb_4-Tetraeder).

Die Ausbildung von Ge_4-Tetraedern ist nicht unerwartet, da die Zahl der Außenelektronen von Ge^- dem des P-Atoms entspricht.

Der Gesellschaft zur Förderung der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster danke ich, daß sie mir auf Antrag von Herrn Professor Klemm durch eine finanzielle Beihilfe den Aufenthalt in Göttingen bei Herrn Professor J. Zemann ermöglicht hat.

Anorganisch-Chemisches Institut der Universität, Münster, Mineralogisch-Kristallographisches Institut der Universität, Göttingen

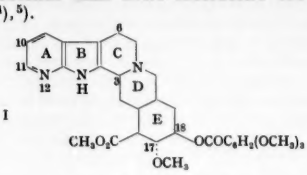
E. Busmann

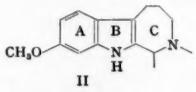
Eingegangen am 7. Dezember 1959

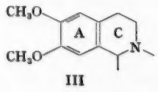
[1]) Schäfer, R.: Diss. Münster 1957; vgl. Klemm, W.: Proc. Chem. Soc. **1958**, 329. — [2]) Marsh, R. E., u. D. P. Shoemaker: Acta crystallogr. **6**, 197 (1953).

Sur quelques analogues synthétiques de la réserpine et de la déserpidine

La récente publication de Novák et Protiva[1]) sur la dl-10-fluoro déserpidine nous conduit à décrire, avant que l'étude complète ne soit achevée, quelques nouveaux dérivés dans la série du yohimbane. Ces dérivés ont été préparés à la suite de notre travail sur l'accès pratique à la réserpine de synthèse et sur les variations de structure déjà effectuées au niveau des noyaux A et C[2]), [3]). Les premiers résultats pharmacologiques obtenus dans notre laboratoire ont été publiés séparément[4]), [5]).







La 7-azatryptamine nous a permis d'obtenir la 12-azadéserpidine, I, suivant la voie précédemment décrite, par condensation sur le 1β-carboxyméthyl 2β-méthoxycarbonyl 3α-méthoxy 4β-acétoxy 6β-formyl cyclohexane dextrogyre[2]). L'accès à cette tryptamine a été réalisé à partir de 7-azaindole[6]), par l'intermédiaire de la gramine et du 3-acétonitrile correspondants. L'acétate de 7-azatryptamine fond à 155—160° (déc.). La 12-azadéserpidine fond à 290°, $\alpha_D = -157°$ ($c = 0{,}5$%, chloroforme).

La 3-(6′-méthoxy 3′-indolyl) 1-propylamine ou 6-méthoxy homotryptamine conduit à la C-homo réserpine, II, F. 135°. Le 6-méthoxy indole[7]) de départ est condensé sur l'acrylonitrile, puis le groupe cyano est hydrogéné en présence de nickel de Raney pour donner l'homotryptamine intermédiaire, F. 116°.

L'homovératrylamine[8]) nous a fourni, dans des conditions semblables, un analogue sans cycle B, la 10-méthoxy despyrrolo réserpine, III, F. 191°, $\alpha_D = -104°$ ($c = 0{,}5$%, chloroforme).

Enfin, le tableau ci-dessous réunit les caractéristiques de quelques déserpidines sur lesquelles on a réalisé, au cours de la synthèse usuelle, soit l'insertion d'un groupe cyané en 3, d'un groupe diméthylaminé en 11, d'un éthyle en 6 et d'un chlore ou un méthoxyle en 10, soit la substitution du méthoxyle en 17 par un groupe cyané ou méthylacétamidé, soit le remplacement du triméthoxy-benzoyle en 18 par un reste phénylcarbamylé ou carbéthoxy-syringoylé.

Réserpines et déserpidines [cf. [2]), [3])]	Fusion	α_D*)
3-Cyano réserpine	205°	−136° (I)
6b-Ethyl 10-chloro déserpidine	265°	− 80° (II)
6a-Ethyl 10-méthoxy déserpidine	268°	−129° (II)
6b-Ethyl 10-méthoxy déserpidine	225°	−105° (III)
11-Diméthylamino déserpidine	~160°	—
17α-Cyano 17-desméthoxy réserpine	297°	−110° (II)
17α-Méthylacétamido 17-desméthoxy réserpine	300°	−127° (II)
O-(Phényl carbamyl) réserpate de méthyle	305°	−155° (IV)
O-(3′,4′,5′-Triméthoxy phényl carbamyl) réserpate de méthyle (chlorhydrate)	282°	− 96° (V)
O-(O′-Carbéthoxy syringoyl) 10-méthoxy déserpidate de méthyle	210°	−133° (V)

*) I = 0,3%, chloroforme; II = 0,5%, chloroforme; III = 1%, chloroforme; IV = 0,5%, diméthylformamide; V = 1%, dioxane.

Centre de Recherches Roussel-Uclaf, Paris

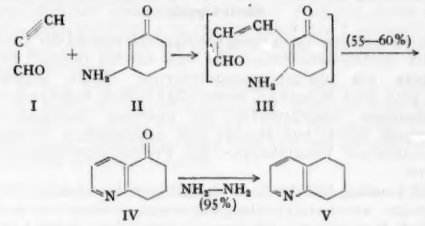
G. Muller et A. Allais

Eingegangen am 20. November 1959

[1]) Novák, L., et M. Protiva: Naturwiss. **46**, 579 (1959). — [2]) Velluz, L., G. Muller, R. Joly, G. Nomine, J. Mathieu, A. Allais, J. Warnant, J. Valls, R. Bucourt et J. Jolly: Bull. Soc. chim. France **1958**, 673. — [3]) Velluz, L.: Ann. Pharm. Françaises **17**, 15 (1959). — [4]) Velluz, L., M. Peterfalvi et R. Jéquier: C. R. Acad. Sci. [Paris] **247**, 1905 (1958). — [5]) Peterfalvi, M., et R. Jequier: Arch. Int. Pharmacodynam. Thérap. 1959 (sous presse). — [6]) Robison, M. M., et B. L. Robison: J. Amer. Chem. Soc. **77**, 459 (1955). — [7]) Harvey, D. G., et W. Robson: J. Chem. Soc. [London] **1938**, 97. — [8]) Robinson, J. C., et H. R. Snyder: Org. Syntheses **23**, 72 (1943).

Synthese des Bz-Tetrahydrochinolins

Nach dem Vorbild der von BOHLMANN und RAHTZ beschriebenen Darstellung des 2-Methyl-3-acetylpyridins[1]) wurde 3-Amino-cyclohexen-(2)-on-(1) (II) mit Propinal (I) in Dimethylformamid zum 5-Oxo-5,6,7,8-Tetrahydrochinolin (IV) umgesetzt. Es ist nicht erforderlich, das primäre Addukt (III) zu isolieren, die Azomethinbildung und damit der Pyridin-Ringschluß erfolgt beim Erhitzen der Reaktionsmischung auf 140 bis 150°. Die Ausbeute an (IV) liegt bei 55 bis 60% d. Th. (Kp_6 116 bis 117°, λ_{CO} 5,90 μ). Das als Ausgangsprodukt benötigte Enamin-Keton (II) wurde aus Cyclohexandion-(1,3) und NH_3 in Benzol unter azeotroper Abdestillation des Reaktionswassers dargestellt (Fp. 126 bis 131° nach mehrfacher Umkristallisation aus wasserhaltigem Aceton und folgendem Trocknen über P_2O_5 bei 80°).



Nach HUANG-MINLON wurde (IV) nahezu quantitativ zu (V) reduziert, das bisher nur schwierig zugänglich war. Durch Verwendung substituierter Cyclohexandione-(3,5) [Dimedon, 1-Phenylcyclohexandion-(3,5)] wurden Derivate von (IV) erhalten. Die Ketone (IV) stellen wertvolle Ausgangsmaterialien für weitere Synthesen dar.

Institut für Pharmazeutische Chemie der Universität, Hamburg

F. ZYMALKOWSKI und J. RIMEK

Eingegangen am 15. Dezember 1959

[1]) BOHLMANN, F., u. D. RAHTZ: Chem. Ber. **90**, 2265 (1957).

Zur Gewinnung saurer Saponine durch Behandlung mit Ionenaustauschern

Allgemein besitzen Saponine die Eigenschaft, anorganische und organische Stoffe während der Aufarbeitung hartnäckig festzuhalten. Ihre Reindarstellung[1]) ist dadurch erschwert und vielfach nur dann möglich, wenn die saponinhaltigen Extrakte nach vorausgegangener, gegebenenfalls wiederholter Fällung mit speziellen Lösungsmitteln wie Wasser, Aceton, Äther, Petroläther einer Dialyse oder Elektrodialyse unterworfen werden.

Versuche zur Reingewinnung saurer Saponine aus der Triterpen-Reihe zeigen, daß man durch Verwendung von geeigneten Ionenaustauschern auch in größerem Maßstabe Saponine oder in Abhängigkeit von der Ausgangsdroge Saponingemische gewinnen kann, die einen guten Reinheitsgrad und daher — relativ betrachtet — hohe hämolytische Aktivität besitzen, so daß ihre weitere Reinigung ohne Dialyse, einfach durch klassische Umkristallisation oder Fällung erfolgen kann. Bei dieser Verfahrensweise erfüllen nach bisherigen Kenntnissen Kationenaustauscher zwei Aufgaben. Sie vermögen die möglicherweise in *salzartiger* Bindung an Pflanzenbasen vorliegenden, sauren Saponine hydrolytisch zu spalten, so daß im Eluat die freie Saponinsäure abläuft. Beispielsweise wird amorphes, in Lösung neutral reagierendes Roßkastanien-Saponin, das man über die Cholesterid-Fällung mit einem Aschegehalt von 3% erhalten kann, nach Passieren des Kationenaustauschers zur sauren Form hydrolytisch gespalten. In zweiter Linie werden anorganische Kationen vom Überschuß des Kationenaustauschers zurückgehalten, so daß das beim Einengen kristallin oder amorph ausfallende Saponin oder Saponingemisch keine nennenswerten Mineralbestandteile einschließen kann. Saure Hydrolyse des oder der Saponinglykoside wurde bei den bearbeiteten Substanzen nicht beobachtet.

Unter Verwendung eines Kationenaustauschers (Amberlite IR 120; Ionenaustauscher I Merck) gelingt es, aus wäßrig-methanolischen (50%) Auszügen des durch Petroläther oder Tetrachlorkohlenstoff entfetteten Roßkastaniensamens das kristallisierte Saponin Aescin in Ausbeuten von 2% (ohne Aufarbeitung der Mutterlaugen) herzustellen. Nach erschöpfender Extraktion wird die Extraktionsflüssigkeit mit dem Austauscher im „Batch"-Verfahren ausgerührt. Das Austauscher-Volumen soll dabei etwa 10 bis 15% des Gewichtes der extrahierten Droge betragen. Die vom Ionenaustauscher abgenutschte Lösung wird nun auf etwa $^2/_5$ des Ausgangsvolumens eingeengt und zur Kristallisation beiseite gestellt. So gewonnenes Aescin ist farblos, klein kristallin, nicht hygroskopisch und besitzt einen scharfen Schmelzpunkt von 222 bis 224°. Durch gleiche Verfahrensweise läßt sich aus dem als Cholesterid gefällten, neutralen Roßkastanien-Saponin die zugehörige freie Säure Aescin kristallin gewinnen. Die papierchromatographische Verteilung dieser Substanz im System Butanol/Alkohol/Wasser im Verhältnis 100:10:40 v/v/v oder im System Butanol/Pyridin/Wasser zusammengesetzt wie 6:4:3 v/v/v zeigt ihre Einheitlichkeit.

Die Gewinnung des alkohollöslichen Hedera-Saponin-Gemisches unter Verwendung eines Kationenaustauschers kann ebenfalls einfacher als bisher ausgeführt werden. Mit Wasser ausgezogene und danach getrocknete Blatt-Droge von Hedera helix wird mit Methanol erschöpfend extrahiert und zur Entfärbung mit 0,2 bis 0,5% Kohle gekocht. Nach Filtration wird mit einem der oben erwähnten Kationenaustauscher im Verhältnis Droge:Austauscher wie etwa 3:1 ausgerührt. Beim Einengen dieser mit Ionenaustauscher behandelten Extraktionsflüssigkeit fällt das Saponingemisch in Form eines gelben, hygroskopischen Niederschlages aus. Nach Abtrennung durch Filtration kann man wiederholt aus Methanol-Wasser und Äthanol-(absolut)Petroläther, gegebenenfalls unter nochmaliger Verwendung von Aktivkohle, umkristallisieren. Das erhaltene, farblose Substanzgemisch schmilzt[2]) unter Zersetzung bei 232 bis 234°. Papierchromatographisch (Butanol/Petroläther wie 3:8 v/v) lassen sich zwei Saponinzonen nachweisen.

Glyzyrrhizinsäure konnte aus wäßrigen Auszügen von Glycyrrhiza glabra durch eine ähnliche Verfahrensweise dargestellt werden.

Von M. I. ROSEN[3]) wird die Trennung von nicht-ionogenen, oberflächenaktiven Stoffen von solchen mit Anionenstruktur durch Ionenaustausch beschrieben. Der Austauscheffekt ist nach dieser Arbeit abhängig vom Vernetzungsgrad. Mit dem Problem der Trennung von kationen-, anionenaktiven und nicht- ionogenen kapillaraktiven Stoffen mittels Ionenaustauschern befassen sich H. HEMPEL und H. KIRSCHNEK[4]).

Bei Verwendung eines geeigneten Anionenaustauschers, z. B. Dowex 1×2, gelingt die Adsorption des Aescinat-Anions quantitativ. Man kann sowohl aus wäßrigen Lösungen des Triäthanolammonium-Aescinates als auch aus dem methanolisch-wäßrigen Auszug des Roßkastaniensamenpulvers an Dowex 1×2 das Saponin-Anion fixieren und nach Waschen des Austauschers durch Chloridionen wieder ablösen.

Neben der Möglichkeit, sowohl durch Kationen- als durch Anionenaustausch saure Saponine oder ihre Salze darzustellen, können diese Verfahrensweisen auch herangezogen werden, um saponinhaltige Pflanzenauszüge, hier speziell Roßkastanienauszüge, vom Saponin zu befreien. Sie sind geeignet, saponinfreie bzw. saponinarme Extrakte der beschriebenen Pflanzen darzustellen, die man sonst z. B. durch die Cholesterinbehandlung im Falle des Roßkastanienextraktes beschrieben findet. Besonders gut geeignet für die Bereitung durch Ionenaustauscher scheinen diejenigen sauren Saponine zu sein, deren Carboxylgruppe aus einer Uronsäure stammt.

Fräulein S. DEMANN danken wir für verständnisvolle Mitarbeit.

Köln-Merheim, Pharmazeutisch-Chemische Abteilung der Firma Dr. Madaus & Co. (Leiter: Prof. Dr. H. ERBRING)

W. WINKLER und P. PATT

Eingegangen am 23. November 1959

[1]) KLEIN, G.: Handbuch der Pflanzenanalyse, Bd. III, S. 1095. Wien: Springer 1932. — [2]) WALTER, E. D.: J. Amer. Pharmac. Assoc. Sci. Ed. **46**, 466/67 (1957). — [3]) ROSEN, M. I.: Analyt. Chemistry **29**, 1675 (1957). — [4]) HEMPEL, H., u. H. KIRSCHNEK: Fette u. Seifen **61**, 369 (1959).

Über die Farbstoffe der Wicke

Bei der scharlachroten Wickensorte Lathyrus oderatus-praecox „Valencia" haben wir mit Hilfe der Papierchromatographie 11 Farbstoffkomponenten festgestellt. Von diesen konnten zunächst 7 identifiziert werden (Tabelle).

Tabelle. *Die R_f-Werte der Anthocyane (als $R_f \cdot 100$)*
(Butanol/Eisessig/Wasser 4:1:5. Papier: Schleicher & Schüll 2045 bm)

1.	Cyanidin-3-monoglucosid	32
2.	Paeonidin-3,5-diglucosid	26
3.	Paeonidin-triglucosid (?)	17
4.	Pelargonidin-3-monoglucosid	51
5.	Pelargonidin-3,5-diglucosid	35
6.	Pelargonidin-triglucosid (?)	19
7.	Pelargonidin-triglucosid (?)	16

Bei den Anthocyanen 3, 6 und 7 dürfte es sich wegen der niedrigeren R_f-Werte um Triglucoside handeln, welche sich durch die Stellungen der Glucose (z.B. 3-Triosid, 3-Biosid-5-monosid) unterscheiden. Sobald größere Farbstoffmengen zur Verfügung stehen, werden die Konstitutionsermittlungen durchgeführt. In der Wicke „Valencia" kommen, wie aus der Tabelle hervorgeht, sowohl nichtmethoxylierte als auch methoxylierte Anthocyane vor. Dabei überwiegen die nichtmethoxylierten Pelargonidinglycoside, diese sind die Kardinalpigmente. Die anderen Anthocyane, Paeonidin- und Cyanidinglycoside, üben auf die Pigmentation nur geringeren Einfluß aus. Die Identifizierung der Aglykone und der Glucose erfolgte mit Vergleichssubstanzen durch Vergleichs- und Mischchromatogramme.

Die Einzelheiten dieser Versuche werden an anderer Stelle näher beschrieben.

Institut für Chemie an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität, Berlin (Direktor: Prof. Dr. L. Reichel)

Ludwig Reichel und Wilfried Hiller

Eingegangen am 3. Dezember 1959

Darstellung des Chitins aus Crustaceen-Panzer mit Formamid

Biologische Strukturelemente aus Chitin, z.B. Insektenschalen, werden von Formamid nicht angegriffen[1]). Wir versuchten daher, die Reindarstellung des Chitins mit HCl und

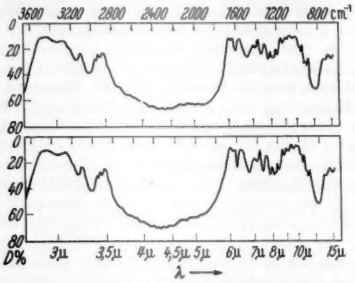


Fig. 1. Oberes Spektrum: Chitin gereinigt nach I. Unteres Spektrum: Chitin gereinigt nach II. (Aufnahme mit Unicam SP 100, Prismen-Gitter-Doppel-Monochromator, Einbettungsmittel: KBr)

KOH, wie sie von Brach[2]) angegeben wird und seither die gebräuchlichste Methode ist, durch Formamid zu ersetzen.

I. Panzer kleiner Flußkrebse wurden mit 2%iger HCl unter mehrmaligem Wechsel 3 Tage lang auf dem Wasserbad gehalten, bis nach Neutralisation durch Ammoniak mit Ammoniumoxalat kein Calcium mehr ausfällbar war. Dieses vorgereinigte Chitin wurde wiederum 3 Tage auf dem Wasserbad mit 20% KOH ausgezogen. Nach Auswaschen und Trocknung hatte das nach dieser Methode dargestellte Chitin einen Stickstoffgehalt von 6,53% im Mittel, die Acetylgruppenbestimmung [nach [3])] ergab 21,9%. Die Werte stimmen mit den Ergebnissen von Brach[2]) befriedigend überein, der 6,6% N und 22,5% Acetyl angibt.

II. Panzer der gleichen Krebse wurden zweimal 12 Std mit frisch destilliertem Formamid auf 130 bis 135° C erhitzt. Der nach dieser Behandlung festgestellte Gewichtsverlust von rund 50% zeigt an, daß der Hauptanteil der eingelagerten Calciumverbindungen vom Formamid bereits herausgelöst worden war. Zur vollständigen Entkalkung wurden die Krebsschalen 12 Std mit 10 Gew.-% CH_3COOH bei 30° C ausgewaschen. Nach der Trocknung ergaben die Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl 6,69% N. Die Acetylgruppen betrugen 21,8%.

Die chemischen Daten des nach I. und II. gereinigten Chitins stimmen also praktisch überein. Von beiden Proben wurden Ultra-Rot-Spektren aufgenommen, die ebenfalls weitgehende Übereinstimmung zeigen (Fig. 1).

Über die Untersuchungen wird an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Medizinische Forschungsanstalt der Max-Planck-Gesellschaft, Arbeitsgemeinschaft Silikoseforschung, Göttingen

H. J. Einbrodt und W. Stöber

Eingegangen am 10. Dezember 1959

[1]) Thomas, K., u. H. J. Einbrodt: Festschrift f. Prof. Dr. G. Joachimoglu, Druck der Monotypias Schule, Athen 1959. — [2]) Brach, H.: Biochem. Z. **38**, 476 (1912). — [3]) Kuhn, R., u. H. Roth: Ber. dtsch. Chem. Ges. **66**, 1274 (1933).

Aufhebung der Aktivierbarkeit hochgereinigten Prothrombins durch Lipoide

Lipoide stellen einen Hauptbestandteil sowohl der Gewebe- wie der Blutthrombokinase dar und werden deshalb im allgemeinen als blutgerinnungsfördernde Stoffe angesehen. Wöhlisch und Köhler[1]) sowie Grüning[2]) beschrieben ein lipoidhaltiges Antithrombin im unreinen Serumalbumin. Neuerdings wurde von Hecht und Seegers[3]),[4]) Sphingosin als natürlicher Hemmkörper der Prothrombinumwandlung erkannt.

Wir fanden, daß die in Glasgefäßen mit und ohne Calcium erfolgende autokatalytische Aktivierung eines nach Seegers[5]),[6]),[7]) gereinigten Prothrombinpräparates durch Lecithin und ätherlösliche Plasmalipoide verhindert wird. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Lipoproteinen (Thrombozytensuspension, Gewebethrombokinase, präparativ-elektrophoretisch isolierte β-Globuline des Plasmas) wird dieser Lipoidhemmeffekt aufgehoben. Zusatz unspezifischer Eiweißstoffe (Eiereiweiß, Blutalbumin, Gelatine) ermöglicht ebenfalls eine allerdings sehr langsam verlaufende Aktivierung einer lipoid- und calciumhaltigen Prothrombinlösung; dies kann nicht nur auf deren Kolloidnatur beruhen, denn andere Kolloide (Macrodex, Mastix, Gummi arabicum) sind dabei völlig unwirksam.

Teilgereinigte Prothrombinpräparate lassen sich auch in Gegenwart von Lipoiden durch Calcium und Glaswandeinfluß mehr oder weniger schnell aktivieren. Diese Beobachtung stellt eine brauchbare Methode zur Prüfung des Reinheitsgrades von Prothrombin-Reinpräparaten dar.

Würzburg, Physiologisches Institut der Universität

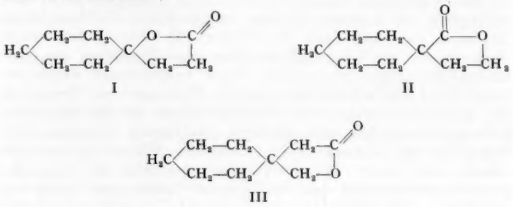
H. P. Merz und H. Schröer

Eingegangen am 4. Dezember 1959

[1]) Wöhlisch, E., u. V. Köhler: Biochem. Z. **311**, 408 (1942). — [2]) Grüning, W.: Naturwiss. **31**, 299 (1943). — [3]) Hecht, E., R. H. Landaburu, M. H. Cho u. W. H. Seegers: Hoppe-Seylers Z. physiol. Chem. **307**, 263 (1957). — [4]) Hecht, E., R. H. Landaburu u. W. H. Seegers: Amer. J. Physiol. **189**, 203 (1957). — [5]) Seegers, W. H., E. C. Loomis u. J. M. Vandenbelt: Arch. Biochem. **6**, 85 (1945). — [6]) Ware, A. G., u. W. H. Seegers: J. Biol. Chem. **174**, 565 (1948). — [7]) Seegers, W. H., u. N. Alkjaersig: Arch. Biochem. Biophysics **61**, 1 (1956).

Die zentral-stimulierende Wirkung von isomeren Pentamethylenbutyrolactonen

Bei der pharmakologischen Untersuchung von zahlreichen Lactonen stellte sich heraus, daß ein großer Teil dieser Körper zentralerregende Wirkungen besitzt. Diese Eigenschaften zeigten unter anderen die isomeren Pentamethylenbutyrolactone I, II und III*).



Die Erscheinungen bei toxischen Dosen waren bei allen drei Substanzen weitgehend gleich und bestanden in klonischen Krämpfen und Streckkrämpfen. (*Bestimmung der LD 50:* Versuchstiere: männliche Ratten im Gewicht von 80 bis 130 g; intravenöse Injektion, für jede Bestimmung

wurden 24 bis 36 Tiere verwendet, Berechnung der LD 50 nach KÄRBER.) Ergebnis:

Substanz	I	II	III
LD 50 (mg/kg)	90	30	3

Hiernach ist die quantitative Wirkungsstärke der drei Substanzen weitgehend verschieden: am stärksten wirkt III, bei dem die Lactongruppierung durch Methylengruppen vom Spiro-C-Atom getrennt ist. Bei einer LD 50 von 3 mg/kg erweist sich diese Substanz als besonders stark wirksam. Schwächer wirken I und II, bei denen die Lactongruppe direkt mit dem Spiro-C-Atom verbunden ist. Aber auch unter diesen beiden Substanzen findet sich wieder ein erheblicher Unterschied in der Wirkungsstärke, je nachdem, ob das Spiro-C-Atom mit der Carbonylgruppe oder mit der Sauerstoffbrücke verkettet ist. Die drei isomeren Pentamethylenbutyrolactone zeigen also bei gleicher qualitativer Wirkung einen erheblichen, ausschließlich von der Stellung der Lactongruppe in bezug auf das Spiro-C-Atom abhängigen, quantitativen Wirkungsunterschied.

Die von uns gefundene Beziehung zwischen chemischer Konstitution und pharmakologischer Wirkung wird zur Zeit bei anderen Lactonen untersucht. Über die spezielle Pharmakologie dieser Substanzgruppe wird von uns an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Forschungsabteilung der Firma Gödecke & Co., Chemische Fabrik A. G., Memmingen (Allgäu)

ALFRED ENDERS, WOLF-DIETER VIGELIUS und GILBERT C. VAN WESSEM

Eingegangen am 18. Dezember 1959

*) Wir danken Herrn Dr. E. H. SAKAL, Warner-Lambert Research Institute, Morris Plains, New Jersey, für den Vorschlag, Substanz III in die Untersuchung einzubeziehen.

Ausschaltung der Reserpinwirkung auf die Nebenniere durch Diuretika

Bei Untersuchungen über die Pathogenese experimenteller Ödeme[1]) wurde in den Nebennieren von Ratten, die 24 Std eine Infusion physiologischer Kochsalzlösung erhalten hatten, ein deutliches Absinken der Konzentration der Catecholamine festgestellt[2]). Dieser Befund ist sicher nicht spezifisch. Ähnliche Veränderungen werden nach Einwirkung verschiedener Pharmaka, insbesondere Morphin, Insulin, Histamin, Nikotin und Reserpin beobachtet[3]). Der Verlust an Catecholaminen ist, wie Untersuchungen von SCHÜMANN[4]) sowie KIRPEKAR, GOODLAD und LEWIS[5]) mit Reserpin zeigen konnten, von einer Abnahme des ATP begleitet, das in den Nebennieren salzartig an die Amine gebunden sein soll[6]). Eigene Experimente führen zu dem gleichen Ergebnis. Die Konzentration an Catecholaminen und ATP in den Nebennieren von Ratten verringert sich nach einer einmaligen Dosis von 4 mg/kg Reserpin i.p. innerhalb kurzer Zeit. Dabei ist die Abnahme von Adrenalin und Noradrenalin prozentual stärker als die von ATP. Der Quotient Amin/ATP wird kleiner und erreicht 14 Std nach der Reserpinapplikation seinen niedrigsten Wert. Zu diesem Zeitpunkt hat die ATP-Konzentration schon wieder ihren Ausgangspunkt erreicht, während der Gehalt an Catecholaminen noch stark vermindert ist. SCHÜMANN[4]) schloß aus entsprechenden Versuchsergebnissen, daß der Amin/ATP-Quotient nach Reserpingabe offenbar von der Geschwindigkeit der Resynthese der beiden Komponenten abhängig ist.

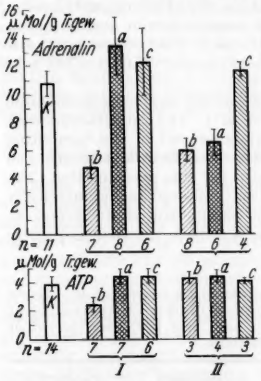


Fig. 1. Oben Adrenalingehalt, unten ATP-Gehalt der Rattennebenniere. I = 4 Std nach Hydrochlorothiazid/2 Std nach Reserpin; II = 16 Std nach Hydrochlorothiazid/14 Std nach Reserpin. — *a* Hydrochlor. + Reserpin; *b* Reserpin 4 mg/kg; *c* Hydrochlorothiazid 2 mg/kg; *K* Kontrolle

Reserpin besitzt, wie mehrfach beschrieben, antidiuretische Wirkungen[7]). Diese können durch Diuretika aufgehoben werden. Versuche mit dem neuen Diuretikum Hydrochlorothiazid ergaben, daß diese Substanz in den üblichen, diuretisch wirksamen Dosen auch den Abfall der Konzentration der Catecholamine und des ATP in den Nebennieren verhindern kann. 2 mg/kg Hydrochlorothiazid 2 Std vor der Reserpinapplikation injiziert, hemmt die Adrenalin- und ATP-Abnahme in der Nebenniere vollständig (Fig. 1). Eine solche Wirkung war bisher nur vom Iproniazid bekannt[3]), [8]). Die Aufhebung des Reserpineffektes ist zeitlich begrenzt und entspricht anscheinend der Dauer der diuretischen Wirkung des Hydrochlorothiazids, die im allgemeinen 4—6 Std anhält. Die zentralen Wirkungen des Reserpins werden durch die angewandte Dosis Hydrochlorothiazid nicht beeinflußt. Ähnliche Befunde lassen sich mit Acetazolamid und Theophyllin erzielen.

Nach Abklingen der Hydrochlorothiazidwirkung setzt sich der Reserpineffekt wieder durch. 14 Std nach einmaliger Reserpingabe ist auch nach Vorbehandlung mit dem Diuretikum der Amingehalt in den Nebennieren wieder erheblich vermindert, während die ATP-Konzentration den Kontrollwerten entspricht. Der Wirkungsverlust des Reserpins kann also nicht auf einer schnelleren Ausscheidung beruhen.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß die gefundenen Veränderungen an dem Zustandekommen antidiuretischer Effekte beteiligt sind und die mehrfach diskutierte Mitwirkung der Hormone des Nebennierenmarks an der Regulation des Wasserhaushaltes[9]) erklären.

Pharmakologisches Institut der Freien Universität Berlin, Berlin-Dahlem

H. COPER, H. HERKEN und G. SCHÜLER

Eingegangen am 30. November 1959

[1]) HERKEN, H., G. SENFT u. H. WILUTZKY: Naunyn-Schmiedebergs Arch. exp. Pathol. Pharmakol. **229**, 123 (1956). — [2]) PORTIG, J.: Unveröffentlichte Versuche. — [3]) SCHAEPDRYVER, A. F. DE, u. P. PREZIOSI: Arch. int. Pharmacodynam. Thérap. **121**, 177 (1959). — [4]) SCHÜMANN, H. J.: Naunyn-Schmiedebergs Arch. exp. Pathol. Pharmakol. **233**, 237 (1958). — [5]) KIRPEKAR, S. M., G. A. J. GOODLAD u. J. J. LEWIS: Biochem. Pharmacol. **1**, 232 (1958). — [6]) BLASCHKO, H., G. V. R. BORN, A. D'IORIO u. N. R. EADE: J. Physiology **133**, 548 (1956). — [7]) GADDUM, J. H., W. A. KRIVOY u. G. LAVERTY: J. Neurochem. **2**, 249 (1958). — [8]) HOLTZ, P., H. BALZER u. E. WESTERMANN: Naunyn-Schmiedebergs Arch. exp. Pathol. Pharmakol. **231**, 361 (1957). — [9]) PICKFORD, M.: Pharmacol. Rev. **4**, 254 (1952).

Die spezifische Stoffwechselwirkung eines in der Placenta enthaltenen Faktors in vitro

Mit Hilfe einer von uns angegebenen Methode gelingt es, die Aufnahme von markiertem Phosphat durch explantierte Organe zu bestimmen[1a]). Organkulturen nehmen sowohl aus halbfestem als auch aus flüssigem Nährmedium zugesetztes aktives Phosphat auf. Diese Aufnahme erweist sich als proportional zur Aktivität der Phosphorylierungsprozesse. Die Spezifität der Methode läßt sich durch Hemmung mittels Monojodacetat oder durch vorherige Hitzedenaturierung der Explantate einerseits und durch den Vergleich der Aufnahmegröße von erwachsenen und embryonalen Organexplantaten, andererseits bestätigen[1b]).

Bei der Untersuchung der Wirkung zugesetzter Faktoren auf Kulturen von Rattenleber ergab sich, daß bei Zusatz von Nabelschnurserum zum Nährboden gegenüber Medien, die nur Hühnerplasma und Hühnerembryonalextrakt enthielten, eine Steigerung der Phosphataufnahme nachweisbar wurde. Es wurden verschiedene Präparate menschlicher und von der Ratte stammender Placenta hergestellt und dem Nährboden zugesetzt. Placenta-Homogenate wurden 1:1 mit Hanks-Lösung verdünnt verwendet. Als Kontrollansatz dienten jeweils Kulturen auf einem Nährboden von 4 Tropfen Hühnerembryonalextrakt, 3 Tropfen Hühnerplasma und 1 Tropfen wäßriger Lösung von Phosphat-32 (etwa 0,25 µC). In den Versuchskulturen wurden jeweils 2 Tropfen Hühnerembryonalextrakt durch 2 Tropfen des zu prüfenden Präparates ersetzt.

In Übereinstimmung mit der Erfahrung, daß embryonale Organe in vitro einen starken Stoffwechsel besitzen und im Gegensatz zu erwachsenen Organen auch wachsen, sind die Werte der Aufnahme für die embryonalen Kulturen in jedem Ansatz höher als für die entsprechenden erwachsenen (Tabelle). Die Versuchsanordnung ist immer gleich, die Größe der Gewebsstücke, die Konzentration der Indikatorsubstanz sowie alle kontrollierbaren Größen werden gleichgehalten. Die embryonalen Organe stammen von Rattenkeimen des 16. bis 18. Schwangerschaftstages.

Natives Homogenat von Humanplacenta und von Rattenplacenta bewirkt ein Absinken des Aufnahmewertes, besonders

Tabelle. *Phosphataufnahme von Explantaten erwachsener und embryonaler Rattenleber.* (Die Zahlen geben die gemessenen Impulse pro min an)

Vs	4 Embryonal-Extr. Kontrolle		2 EmbExt *) 2 Nabelschnurserum		2 EmbExt 2 RatPlc homog		2 EmbExt 2 RatPlc hom+den		2 EmbExt 2 HumPlc homog		2 EmbExt 2 HumPlc hom+den		2 EmbExt 2 SusPlz gefrgetr	
	erw	emb	erw	emb	erw	emb	erw	emb	erw	emb	erw	emb	erw	emb
1	558	619	436	779										
2	41	140	508	1273										
3	189	320	275	561										
4	190	383			79	315								
5	326	851			82	876	585	1175						
6	65	244			95	744	695	830	78	628	304	873	178	622
7	261	530			45	308	175	435	69	485	137	659		

*) EmbExt = Embryonal-Extrakt; RatPlc = Rattenplacenta; HumPlc = Humanplacenta; SusPlz = Suspension von Placentazellen; homog = homogenisiert; hom+den = homogenisiert und denaturiert; gefrgetr = gefriergetrocknet; erw = erwachsen; emb = embryonal.

im erwachsenen Explantat, unter den Wert der Kontrolle. Diese Erscheinung ist die Folge der Mitbeteiligung des Homogenates am Phosphatstoffwechsel und damit einer Verringerung des Phosphatangebotes für das Explantat. Wird das Homogenat vorher durch Erhitzen auf 100° über 10 min denaturiert, so zeigt sein Zusatz zum Nährmedium eine signifikante Steigerung der Phosphataufnahme in allen Explantaten. Diese Wirkung liegt für Rattenplacenta und für menschliche Placenta in der gleichen Größenordnung. Auch der Zusatz einer Suspension gefriergetrockneter Placentazellen eines Handelspräparates zeigt eine vergleichbare Wirkung ähnlicher Größenordnung. Präparate von embryonalen Nieren und Herzmuskeln zeigen, unter den gleichen Bedingungen zugesetzt, keinerlei Wirkung auf die Phosphataufnahme durch Organkulturen.

Offenbar findet sich in der Placenta und im Retroplacentarserum, unabhängig von ihrer Herkunft, ein bis mindestens 100° stabiler Faktor, der steigernd auf die Phosphataufnahme explantierter embryonaler und erwachsener Rattenleber wirkt.

Die Arbeit wurde mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Pathologisches Institut der Universität, München

H. Wrba und H. W. Kalb

Eingegangen am 2. Dezember 1959

[1]) Wrba, H., u. H. Kalb: Naturwiss. 46, a) 78, b) 405 (1959).

Die Verträglichkeit phosphororganischer Verbindungen bei Mäusen und Ratten

Bei Prüfung am Ehrlichschen Mäuse-Ascites-Carcinom erwiesen sich Derivate tertiärer aliphatischer Phosphine als deutlich proliferationshemmend im Sinne von Ruhekerngiften. Bei Verabfolgung von therapeutischen Dosen konnten Nebenwirkungen bei den Tieren nicht beobachtet werden. Es interessierte nun die Verträglichkeit größerer Mengen dieser Substanzen.

Bei i. p. Verabfolgung von Mengen von 900 bis 1400 mg Triäthylphosphindibromid/kg bekamen Mäuse nach 5 min einen grobschlägigen Tremor, Schnauze und Schwanz verfärbten sich blaß-cyanotisch. Nach weiteren 2 min starben die Tiere. Bei der Sektion war der Phosphingeruch deutlich wahrnehmbar, die injizierte Flüssigkeit noch nicht ganz resorbiert. Das Bauchfell war unauffällig, nur auf der Leber fanden sich zarte, weißlich-bräunliche, leicht abstreifbare Auflagerungen. Die inneren Organe waren vermehrt blutgefüllt. Bei Verminderung der applizierten Mengen zeigten sich Zittern und cyanotische Verfärbung der Akren später und in weniger ausgeprägter Form. Die Tiere blieben ruhig sitzen und verweigerten die Nahrungsaufnahme. Die Überlebenszeiten wurden je nach Dosis länger. Bei einer Menge von 750 mg/kg Maus betrug die Überlebenszeit im Durchschnitt 7 Std, bei 670 mg/kg 9 Std, bei 550 mg/kg 18 Std, bei 450 mg/kg 34 Std, bei 250 mg/kg 55 Std und bei einer Menge von 100 mg/kg überlebten die Tiere den Versuch.

Wurde Mäusen Triäthylphosphinoxyd i. p. gegeben, so zeigten sich demgegenüber deutliche Unterschiede. Bei Mengen von 4000 mg/kg bekamen die Tiere 5 min nach der Injektion ein leichtes, vorübergehendes Taumeln, jedoch kein Zittern und keine Cyanose. Es schloß sich eine apathische Phase von 7 Std an, danach waren die Tiere wieder wohlauf. Bei Mengen zwischen 3000 und 4000 mg/kg waren diese Erscheinungen kürzer und weniger deutlich ausgeprägt, und bei Dosierungen von unter 3000 mg/kg waren die Mäuse überhaupt nicht beeinträchtigt.

Bei Ratten konnten nach i. p. Injektionen von Triäthylphosphindibromid lokale Peritonitiden beobachtet werden, bei i. m. Injektionen lokale Nekrosen. Triäthylphosphinoxyd wurde in jedem Falle anstandslos vertragen.

Da Trialkylphosphindihalogenide in wäßrigen Lösungen nach der allgemeinen Formel

$$R_3PX_2 + H_2O \rightarrow R_3PO + 2\,HX$$

hydrolysieren und die Verabfolgung von reinem Trialkylphosphinoxyd keinerlei Nebenwirkungen zeigt, ergibt sich, daß die bei den Dihalogeniden beobachteten Veränderungen auf den in wäßrigen Lösungen entstehenden Halogenwasserstoff zurückzuführen sind.

Eine ausführliche Darstellung wird an anderer Stelle erfolgen.

Medizinische Universitätsklinik, Jena (Direktor Prof. Dr. W. Brednow)

Hans Siering

Eingegangen am 17. Dezember 1959

Accumulation of Certain Amino Acids during the Inhibition of Growth of Vibrio Cholera by Different Antivitamins

A large number of bacteria have been found to accumulate amino acids in their medium[1],[2],[3]) but the effect of different antivitamins on the accumulation has not been studied. Holden[4]) has recently observed that there is no difference in the glutamate accumulation in the B6 deficient and normal cells of *Lactobacillus arabinosus*. Friedman and Moat[5]) have found that in Biotin deficient yeast there is blocking in the synthesis of purines and this blocking can be reversed by the addition of aspartic acid to the medium. Studying on *Aerobacter aerogenes* Webb[6]) has shown that during the aminopterin inhibition of this organism, there is accumulation of alanine and valine. In this communication, the effect of oxythiamine, pyrithiamine, desoxypyridoxine, pantoyltaurine and aminopterin on the growth of various strains of *Vibrio cholera* and also on the accumulation of amino acids during inhibition has been presented.

We used peptone-water media as well as glucose ammonium phosphate media of Saxena *et al*[7]). The antivitamins were used at a concentration of 100 µg per ml. of the incubating medium. Eight different strains of *Ogawa*, one *Inaba* and one *El tor Vibrio* have been used for this investigation. The growth of the organisms has been followed turbidimetrically using a 540 mµ filter in a Klett-Summerson photoelectric colorimeter (Table). The results have been checked frequently by simultaneous viable count.

Table. *Effect of different Antivitamins on the Growth of V. Cholera*
The numbers give the growth of V. Cholera (Klett reading at 540 mµ). The strain of V. Cholera used here is Ogawa, period of growth is 18 hours in Saxena's medium.

Addition	Growth	Addition	Growth
None	40	Desoxypyrimidoxine .	18
Oxythiamine . .	19	Pantoyltaurine . . .	20
Pyrithiamine . .	16	Aminopterin	32

The inhibition has been found to be more consistent ranging from 30 to 75% with different antivitamins, using Saxena's medium but the defect of this medium is that the growth rate of *V. cholera* is very slow and in order to get an appreciable growth, incubation for about 18 hrs. is necessary. The accumulation of amino acid during inhibition has also been studied using this medium. In peptone-water medium an appreciable growth of the control cultures has been found even after 3 hrs. In order to determine the phase at which the growth inhibition is maximum, the growth in the presence of antivitamins has been measured after 3, 6 and 18 hrs. incubation in peptone-water medium. The percent inhibition has been found to decrease with increase in the period of incubation. It has also been observed that the addition of antivitamins to the culture media after 3 or 6 hrs. of growth and subsequent

incubation up to 18 hrs. causes a diminished growth inhibition compared to the inhibition observed when antivitamins were added from the beginning. This indicates that the inhibition is more marked during the logarithmic phase of growth.

Direct chromatography (in solvent system, butanol: acetic acid: water = 4:1:1) of culture supernatants from various strains of *V. cholera* grown for 18 hrs. in SAXENA's medium containing different antivitamins, after desalting by methanol[6]), has been made. This revealed the accumulation of alanine and aspartic acid in the case of growth with all the antivitamins except with oxythiamine or pyrithiamine where besides alanine and aspartic acid, glutamic acid was found to accumulate to a large extent. Very faint spots for alanine and also for aspartic acid have been detected in the filtrates of control cultures incubated for the same period in the absence of the antivitamins.

Vibrio cholera has a very high transaminase activity[8]). The accumulation of amino acids such as alanine, aspartic acid and also glutamic acid in the case of thiamine antagonists and only alanine and aspartic acid in the case of other vitamin analogues during the inhibition of growth in the presence of antivitamins might be explained as a result of the partial blocking of the amino acid metabolism. Since these amino acids are also involved in the synthesis of nucleotides, their accumulation might also be due to the partial blocking in the nucleic acid synthesis, thereby resulting an inhibition of growth. Further studies are in progress.

The authors' sincere thanks are due to Prof. B.C. GUHA, Department of Applied Chemistry, Calcutta University, for his advice and to Dr. J.C. RAY, Director of this Institute, for his interest in this investigation.

Indian Institute for Biochemistry and Experimental Medicine, C. S. I. R., Calcutta

G.C. CHATTERJEE*) and D.K. HALDER

Eingegangen am 19. November 1959

*) Present address: Department of Applied Chemistry, University College of Science and Technology, 92 Upper Circular Road, Calcutta-9, India.

[1]) GALE, E.F.: Adv. Protein Chem. **8**, 285 (1953). — [2]) COHEN, G.N., and H.V. RICKENBERG: Ann. Inst. Pasteur **91**, 693 (1956). — [3]) BRITTEN, R.J., R.B. ROBERTS and E.F. FRENCH: Proc. Nat. Acad. Sci. [Wash.] **41**, 863 (1955). — [4]) HOLDEN, J.: J. Biol. Chem. **234**, 872 (1959). — [5]) FRIEDMAN, H., and A.G. MOAT: Arch. Biochem. Biophys. **78**, 146 (1958). — [6]) WEBB, M.: Biochemic. J. **70**, 472 (1958). — [7]) SAXENA, K.C., K. BHASKARAN, S.C. AGARWALA and D.L. SHRIVASTAVA: J. Sci. Ind. Res. [India] B **12**, 34 (1953). — [8]) SAXENA, K.C., C.R. KRISHNA MURTI and D.L. SHRISTAVA: J. Sci. Ind. Res. [India] **15C**, 101 (1956).

The Prevention of Thallium Death by Sodium Selenate

Some years ago we demonstrated that in human hair roots epilated with X-rays and thallium alkaline phosphatase and catalase activity ceases[1]). As both are metal enzymes we assumed that during the epilation the SS bonds of the proteins are reduced to SH groups which inactivate the enzymes and moreover cause cell death by activating excessive proteolytic processes. In our opinion the lethal action of X-rays and thallium takes place by similar mechanisms, namely by means of "superfluously active" sulfhydrils. This theory contradicts strikingly the theory mainly based on the in vitro experiments of BARRON[2]) according to which on the action of X-rays the SH groups are oxidised to SS bonds. Numerous data point to the fact that the initial process is really oxidation. We believe, however, that it is immediately followed by compensatory reduction through which the "superfluously active" sulfhydrils are formed.

Our theory explains why the reductive substances exert a protective effect before the radiation, but are uneffective when they are administered after radiation. We assumed that after administration of thallium or X-ray irradiation sodium selenate would be effective because it exerts an oxidative action[3]), and that on the other hand, selenium probably enters into the SS bonds (RS-Se-RS) and may so inhibit certain reactions in which the sulfhydril-disulfide system is involved[4]). At first experiments were made to prevent the death caused by thallium. It is known that as contrasted with that due to other heavy metals it cannot be prevented by dimercaptolpropanol. The experiments were carried out on 45 white rats weighing about 100 g. All animals received 30 mg/kg thallium acetate s.c. *Three hours* after the administration of the thallium 30 animals received sodium selenate s.c. and then they were given during the following 4 days daily a dose of the drug. Five animals received sodium selenite in a similar manner, ten were used as controls.

Group 1. The first sodium selenate dose was 12 mg/kg, the following doses were 8 mg/kg. Four of 10 animals died after the administration of the last injection, 6 survived. — *Group 2.* First dose 9 mg/kg, following doses 6 mg/kg. All 10 animals survived. The time of observation was 2 months. — *Group 3.* First and following doses 4 mg/kg. 6 died, 4 survived. — *Group 4.* Five animals received sodium selenite, the first and the following doses were about 4 mg/kg, all 5 died. — *Control group.* Of 10 animals, 8 died on the 4 to 6th day.

As we expected the sodium selenate also prevents the death caused by X-rays.

The experiments concerning this subject will be published shortly.

Addendum (20. 1. 60): In the meantime it has been established that the selenate used by us contained about 1.2% *selenite.*

Department of Dermatology, University Medical School, Szeged, Hungary

Z.M. HOLLÓ and SZ. ZLATAROV

Eingegangen am 16. Dezember 1959

[1]) ZLATAROV, SZ., and Z. M. HOLLÓ: a) Arch. Geschwulstforsch. **7**, 126 (1954); b) Acta med. hung. **3**, 331 (1952). — [2]) BARRON, E.S.G., S. DICKMAN, J.A. MUNITZ and T.P. SINGER: J. Gen. Physiol. **32**, 537 (1949). — [3]) HOFMEISTER, F.: Arch. exp. Path. Pharmakol. **33**, 198 (1893/94). — [4]) SHAPIRO, E.M., C.M. POMERAT and J.F. MULLINS: J. Invest. Dermat. **24**, 423 (1955).

Über die Korrelation von Atmungsaktivität und Enterotoxinbildung bei Staphylokokken

Die Atmungsaktivität enterotoxinbildender Staphylokokkenstämme — Microc. pyog. var. aur. — wurde unseres Wissens bisher noch nicht in systematischen Erhebungen geprüft. In eigenen, mit einer anderen Fragestellung begonnenen Versuchen fanden sich mehrmals Parallelen zwischen dem Typ der Bakterienatmungskurve und dem Enterotoxinbildungsvermögen des jeweiligen Staphylokokkenstammes. Wir untersuchten deshalb in der Folge an einem größeren Material mittels der Warburg-Methodik die möglichen Beziehungen zwischen Atmungsaktivität und Enterotoxinbildung. Die nachgenannten 31 Stämme standen zu unserer Verfügung: Nr. 697; 1074; 2110; 2204; 2341; 2483 (Central Public Health Labor Service London, Dr. R. E. O. WILLIAMS), Nr. 147; 161; 196; 254; S-6 (Food Research Institute Chicago, M. S. BERGDOLL, Ph. D.), Nr. 127; 165; 360; 20584; Sa 1; Sa 2; Sa 5; Sa 6; Sa 8; Sa 9; Sa 21; Sa 29; V 153; V 170; Ra 8; Alb. 1; Alb. 2; Alb. 3 (eigene Sammlung), SG 511 (Hyg.-Inst. Münster), Oxford (Hyg.-Inst. Lübeck).

Zur Ermittlung der Enterotoxinbildung waren die angeführten Stämme im Hühner-Embryonen-Test[1b]) geprüft worden. Die dabei erzielten Ergebnisse erlaubten den Schluß, daß die in diesem Verfahren als positiv angesehenen Stämme tatsächlich Enterotoxinbildner sind (und die negativen kein nachweisbares Enterotoxin produzieren) und somit zur Klärung der Fragestellung geeignet waren. Als einen wesentlichen Sicherheitsfaktor konnten wir den von mehreren anglo-amerikanischen Forschergruppen mit verschiedenen Methoden erbrachten Nachweis der Enterotoxinbildung bei einem Teil der auch von uns verwendeten Stämme in unsere Untersuchungen einbeziehen. Die von uns benutzte Warburg-Methodik ist bereits früher beschrieben worden[3]), [4]). Es sei betont, daß alle Versuche unter grundsätzlich gleichen Bedingungen stattfanden und die Ergebnisse sich auch nach längerer Wartezeit reproduzieren ließen. Jeder Stamm wurde mindestens 4 Atmungsversuchen unterzogen. Eine Aussage erfolgte bei Beachtung möglicher Fehlerquellen nur dann, wenn es sich um eindeutige Resultate handelte. Die Beurteilung der Warburg-Kurven galt dem Gesamtbild der Atmung unter besonderer Berücksichtigung der log. Phase sowie der anschließenden Ruhephase. Für die Auswertung zeichneten sich drei Kurventypen ab: 1. besonders starke Atmungsaktivität, 2. starke Atmungsaktivität und 3. normale Atmungsaktivität. Zur Erzielung einer brauchbaren Vergleichsmöglichkeit zwischen Enterotoxinproduktion und Atmungsaktivität erschien es notwendig, an Hand der im Hühner-Embryonen-Test ermittelten Absterberaten zwischen Staphylokokkenstämmen mit starker, mäßig starker und schwacher bzw. nicht nachweisbarer Enterotoxinbildung zu unterscheiden. Die Schwierigkeit einer solchen Einteilung wurde an anderer Stelle bereits eingehend besprochen[1b]), [2]).

Nach sorgfältiger Sichtung der Befunde ergab sich ein hoher Grad der Übereinstimmung zwischen Atmungsaktivität und Enterotoxinbildung. Im einzelnen stellten wir bei insgesamt 31 geprüften Stämmen in 22 Fällen eine gute Übereinstimmung fest, während 3 Fälle im Endergebnis divergierten. Sechs Fälle waren nicht sicher auszuwerten. Fig. 1 zeigt drei Atmungskurven verschiedener Staphylokokkenstämme mit den typischen Verlaufsformen. Beziehungen zwischen Atmungsaktivität und Plasmakoagulationsvermögen der Staphylokokken ließen sich nicht beobachten, da mit Ausnahme von drei Staph. albus-Stämmen alle Keime eine positive Koagulase-Reaktion ergaben. Ein Teil der Stämme war auf das Vorhandensein von α- und β-Hämolysin geprüft worden[1b]). Eine Abhängigkeit der dabei ermittelten Titerhöhen von der Atmungsaktivität konnte bei unseren bisherigen Untersuchungen nicht sicher ermittelt werden, wenngleich einige Befunde auf eine Korrelation der Atmungsaktivität zum α-Hämolysin hindeuten. Über das Ergebnis der für eine Beantwortung dieser Frage notwendigen Untersuchungen wird zu gegebener Zeit berichtet.

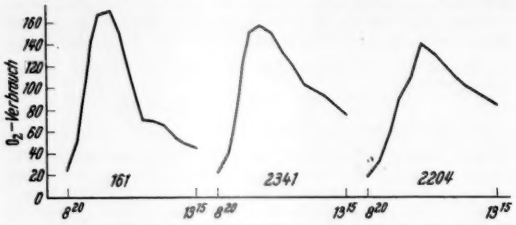


Fig. 1. Atmungskurven von Staph.-Stämmen: Stamm 161 (starker Enterotoxinbildner) = besonders starke Atmungsaktivität; Stamm 2341 (mäßig starker Enterotoxinbildner) = starke Atmungsaktivität; Stamm 2204 (sehr schwacher Enterotoxinbildner) = normale Atmungsaktivität

Hygiene-Institut der Universität (Direktor: Prof. Dr. H. Reploh) *und Universitäts-Kinderklinik, Münster (Direktor: Prof. Dr. Dr.* H. Mai)

W. Ritzerfeld und M. Kienitz

Eingegangen am 25. November 1959

[1]) Kienitz, M., u. R. Preuner: Zbl. Bakt., Abt. I Orig. a) **173**, 203 (1958); b) **174**, 56 (1959). — [2]) Kienitz, M.: Zbl. Bakt., Abt. I Ref. **168**, 117 (1959); **173**, 203 (1958). — [3]) Ritzerfeld, W.: Z., Hyg. **145**, 209 (1958). — [4]) Gärtner, H., u. W. Ritzerfeld: Z. Hyg. **141**, 495 (1955).

Über den Einfluß des Protamins auf die Ruheatmung von Staphylococcus aureus SG 511

Aus den Untersuchungen von Massart und van den Daele[5]) sowie Fischer und Wagner[3]), Hohenwarter[4]) und Amano u. Mitarb.[1]) ist bekannt, daß Protamin die Ruheatmung von Bäckerhefe und Bakterien unterdrückt. Natrium-, Magnesium- und Aluminiumionen schwächen diese Atmungshemmung durch Protamin ab oder heben sie sogar auf. Desgleichen besitzen Phosphorsäureverbindungen, wie Adenosintriphosphat und Nucleinsäuren, eine protamininaktivierende Wirkung[1]), [5]). Da diese letztgenannten Substanzen einen sauren Charakter haben, prüften wir, ob die Aufhebung der durch Protamin bedingten Ruheatmungshemmung von dem p_H-Wert des Suspensionsmediums beeinflußt wird.

Wir verwandten für unsere Versuche Staphylokokken (St. aureus SG 511), deren Sauerstoffverbrauch im ruhenden Zustand mit der Warburg-Standard-Methode bei 37°C gemessen wurde. Der Zusatz des Protamins (5mg/ml) durch Zukippen aus dem Magnetgefäß erfolgte 30 Minuten nach Versuchsbeginn.

Wie Fig. 1 zeigt, wird der Sauerstoffverbrauch der Staphylokokken in Gegenwart von Glucose als Substrat durch Protamin in Abhängigkeit vom p_H-Wert des Phosphatpuffers sehr verschiedenartig beeinflußt. Im alkalischen Bereich von p_H 7,8 kommt die Atmung 45 min nach Zusatz von Protamin praktisch zum Erliegen. Im Bereich von p_H 5,6 ist dagegen das Protamin bis zum Versuchsende ohne Wirkung. Dieser Befund, ferner die von Massart[5]) sowie Amano[1]) nachgewiesene Beeinflussung der protaminbedingten Atmungshemmung durch saure Phosphatverbindungen lassen an einen spezifischen Phosphateffekt denken. Versuche mit einem phosphatfreien, organischen Puffer haben jedoch ergeben, daß die Wirkung des Protamins nur vom p_H-Wert, nicht aber von der Art des verwandten Puffers abhängig ist.

In der Fig. 2 ist die Wirkung von Protamin auf die Staphylokokken-Ruheatmung in Tris-Maleinsäure-Puffer dargestellt. Aus ihr geht hervor, daß die Beeinflussung der Ruheatmung der Staphylokokken in Tris-Maleinsäure-Puffer durch Protamin fast in übereinstimmender Weise wie in Phosphatpuffer von dem p_H-Wert des Suspensionsmediums abhängig ist.

Diese p_H-Abhängigkeit findet sich demnach sowohl in einem anorganischen als auch in einem organischen Puffer.

Unsere Befunde stehen in gutem Einklang mit denen von Fischer[2]) sowie Fischer und Wagner[3]), die bei Ascitestumorzellen fanden, daß bei zunehmendem p_H-Wert die Fähigkeit der Zellen zur Protaminaufnahme steigt, welche im alkalischen Bereich am größten, im sauren Milieu dagegen sehr gering ist.

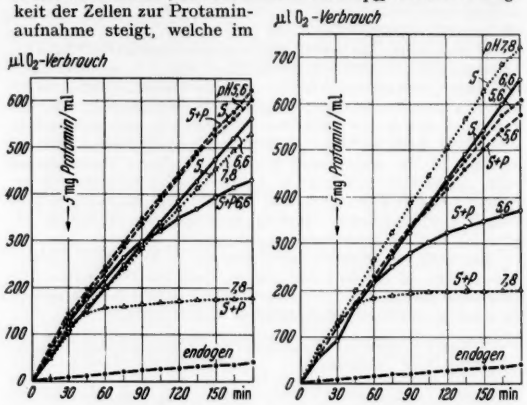


Fig. 1. Ruheatmung von Staphylococcus aureus SG 511 in Phosphatpuffer, p_H 5,6; 6,6; 7,8. 5 mg Bakterientrockengewicht/Reaktionsgefäß. Substrat: 0,01 m Glucose. Gasphase: Luft. $T°$ = 37,0° C. Frequenz 110/min. — Bakterien auf Nähragar vorgezüchtet, Atmungshemmung in % bei: p_H 5,6 = 0,0 %, p_H 6,6 = 34,0 %, p_H 7,8 = 97,0 %

Fig. 2. Ruheatmung von Staphylococcus aureus SG 511 in Tris-Maleinsäure-Puffer, p_H 5,6; 6,6; 7,8. 5 mg Bakterientrockengewicht/Reaktionsgefäß. Substrat: 0,01 m Glucose. Gasphase: Luft. $T°$ = 37,0° C. Frequenz 110/min. — Bakterien auf Nähragar vorgezüchtet. Atmungshemmung in % bei: p_H 5,6 = 5,0 %, p_H 6,6 = 53,6 %, p_H 7,8 = 93,0 %

S = Substrat; $S + P$ = Substrat und Protamin. Zahlen = p_H

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Hygiene-Institut der Universität, Göttingen

H. Brandis und E. Thofern

Eingegangen am 4. Dezember 1959

*) Der Deutschen Hoffmann-La Roche AG. in Grenzach/Baden danken wir für die freundliche Überlassung des Protaminsulfates.

[1]) Amano, T., K. Kato u. R. Shimizu: Med. J. Osaka Univ. **3**, 293 (1952). — [2]) Fischer, H.: Habil.schr. Med. Fak. Frankfurt a. M. 1954. — [3]) Fischer, H., u. L. Wagner: Naturwiss. **41**, 532 (1954). — [4]) Hohenwarter, R.: Diss. Frankfurt 1956. — [5]) Massart, L., u. P. van den Daele: Arch. int. Pharmacodynam. Thérap. **76**, 424 (1948).

Experimental Carcinoma of the Intestine in the Cichlid Aequidens maroni (Steindachner) following Injection of Herring-Sperm Deoxyribonucleic Acid

In the mouse intestinal tumour, namely duodenal adenocarcinoma, could be induced by subcutaneous injections of herring-sperm deoxyribonucleic acid for a five-day period[1]).

Personally we investigated the activity of deoxyribonucleic acid upon a lower vertebrate namely the Cichlid *Aequidens maroni* (Steindachner).

Four males and six females, 21 months old at the beginning of the experiment, were injected subcutaneously for seven days with 0·1 ml of 5 per cent deoxyribonucleic acid solution. Three males and four females were used as controls and received no injections at all. The experimental animals were all from the same litter.

On the 35th day of the experiment the animals were sacrified. In all the animals which had received the injections a firm pale grey ulcerating tumour was found, originating

in the mucosa of the middle part of the intestine and varying from 9 to 28 mm in diameter. In the body cavity a copious blood-stained peritoneal exudate was present. The tumours, which corresponded in histological structure, penetrated the intestinal wall, spread over the serous surface and infiltrated the liver. As some tumour cells were free in the peritoneal fluid, together with a few lymphocytes, granulocytes and histocytes, the neoplasm had already become established as an ascites-cell tumour.

Microscopically, the neoplasm appeared to be an adenocarcinoma, characterized by considerable cellularity, indistinct cell outlines, granular cytoplasm, polymorphy of cells and nuclei, vesicular nuclei with prominent nucleoli and numerous mitoses. The spherical ascites cells varied between 6·5 and 9·5 μ in diameter, had fat droplets in the basophilic cytoplasm and showed numerous irregular nuclear forms.

In general these results correspond very well with the findings of MEEK and HEWER[1]) obtained with the mouse.

Histological Laboratory, Free University, Amsterdam

A. STOLK

Eingegangen am 23. November 1959

[1]) MEEK, E. S., and T. F. HEWER: Brit. J. Canc. **13**, 121 (1959)

Leberkrebs-erzeugende Wirkung von Diäthylnitrosamin nach oraler Gabe bei Ratten

Die Feststellung auffällig starker cancerogener Eigenschaften beim Dimethylnitrosamin (DMNA)[1]), [2]) veranlaßte uns, systematische Untersuchungen über die Beziehungen

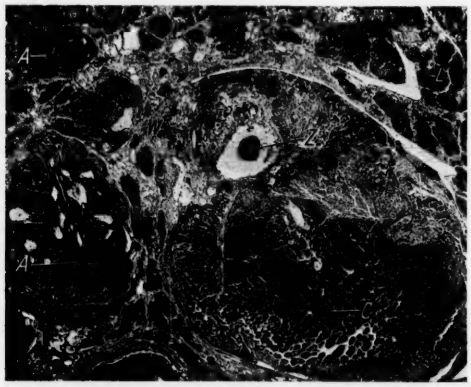


Fig. 1. Rattenleber nach Diäthylnitrosamingaben (Pr.-Nr. 2037). Hämatoxylin-Eosin. Vergr. 11fach. *L* Zirrhotische Reste ursprünglichen Lebergewebes; *A* Leberzelladenome verschiedener Größe und Reife; *C* ein besonders großes Adenom, das in seinen oberen Abschnitten unreife infiltrierende Wucherungen (*W*) und blutigen Zerfall (*Z*) zeigt

zwischen chemischer Konstitution und cancerogener Wirkung bei dieser wichtigen Stoffklasse zu beginnen. In der vorliegenden Mitteilung wird über Versuchsergebnisse mit Diäthylnitrosamin (DAENA) berichtet. Die Substanz, die durch Synthese aus Diäthylamin hydrochlor. und Natriumnitrit in saurer Lösung gewonnen wurde, stellt eine gelbliche, ölige Flüssigkeit dar (Kp. bei 14 mm Hg 65° C und bei Atmosphärendruck 168 °C). Sie ist in Wasser und den meisten organischen Lösungsmitteln gut löslich. Das Maximum der spektralen Absorption in wäßriger Lösung liegt bei 339 mμ. Der molare Extinktionskoeffizient wurde mit $\log E = 1{,}92$ bestimmt.

Die Prüfung der *akuten* Toxizität bei einmaliger Gabe mit der Schlundsonde an Ratten ergab eine mittlere letale Dosis (DL_{50}) von 210 mg/kg. Der Tod tritt 3—14 Tage nach der Behandlung ein. Bei der Sektion finden sich Blutungen in den Lungen, dem Thymus und den Lymphdrüsen. Im Vordergrund stehen aber schwere Leberschädigungen. Das Organ ist eigentümlich livide verfärbt und zeigt azinuszentrale Parenchymuntergänge.

Die Untersuchung auf *cancerogene* Wirkung erfolgte an 24 hybriden Ratten beiderlei Geschlechts, die bei Versuchsbeginn etwa 4 Monate alt waren. Sie erhielten das DAENA im Trinkwasser in einer Tagesdosis von etwa 1,5 mg/Tier. Die Nahrung bestand aus Latz-Ratten-Keksen.

22 von den 24 behandelten Ratten entwickelten Carcinome in der Leber, zwei Tiere starben vorher, offenbar an schweren zirrhotischen Leberveränderungen. Bei der Sektion fanden wir regelmäßig einen stark blutigen Ascites. Die nur wenig vergrößerte Leber zeigte makroskopisch neben zirrhotischen Anteilen multiple weiße Tumorknötchen, die nur wenig erhaben waren und nur selten über Linsengröße hinaus wuchsen. Eines oder mehrere zeigten zentralen blutigen Zerfall mit Durchbruch der Blutung in die freie Bauchhöhle und Verblutung. Das Bild der Leber war bei der angewendeten Dosierung anders als etwa nach Behandlung mit dem ebenfalls Leberkrebs erzeugenden 4-Dimethylamino-azobenzol (4-DAB), das vorwiegend große, monströse Lebercarcinome erzeugt. Neben dem beschriebenen Leberbefund wurden oftmals scharf begrenzte Hämorrhagien in den Lungen (z. T. um Metastasen), dem Thymus, den paraaortalen Lymphdrüsen und der Magenschleimhaut beobachtet.

Das histologische Bild (Fig. 1) zeigt in einer kleinknotig zirrhotischen Leber alle Übergänge von adenomatösen Wucherungen zu gut differenzierten und schließlich ganz verwilderten Leberzellkrebsen. Gallengangscarcinome wurden nicht beobachtet. Die zur Krebserzeugung bei Dauerbehandlung benötigte mittlere Gesamtdosis wurde mit 208 ± 15 mg pro Tier berechnet, so daß die mittlere Induktionszeit 138 ± 10 Tage beträgt. Die Streuung ist auffallend gering, die Regressionsgerade im Wahrscheinlichkeitsnetz entsprechend steil.

Das DAENA ist, nach der Tumorausbeute beurteilt, sicherer wirksam als das DMNA[2]) und, gemessen an der zur Krebserzeugung benötigten Gesamtdosis, erheblich wirksamer als das 4-DAB.

Die Untersuchungen werden mit 8 verschiedenartigen Nitrosaminen fortgesetzt.

Die Arbeit wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft ermöglicht.

Laboratorium der Chirurgischen Universitätsklinik, Freiburg i. Br.,

D. SCHMÄHL und R. PREUSSMANN

Pathologisches Institut der Universität, Bonn

H. HAMPERL

Eingegangen am 3. Dezember 1959

[1]) MAGEE, P. N., u. J. M. BARNES: Brit. J. Canc. **10**, 114 (1956).— [2]) SCHMÄHL, D., u. R. PREUSSMANN: Naturwiss. **46**, 175 (1959).

Elektronenspinresonanz-Messungen bei der Photosynthese grüner Pflanzen

Die zunehmende Anwendung der Elektronenspinresonanz-(ESR-) Technik bei der Untersuchung biologischer Reaktionen hat neue Aspekte der enzymatischen Wirkung und der Charakterisierung verschiedener Biokatalysatoren hervorgerufen.

Die bisherigen ESR-Untersuchungen während des Verlaufes der Photosynthese, wie sie von PAKE, WEISSMANN und TOWNSEND, COMMONER u. Mitarb. und WOJEWODSKY (persönl. Mitt. 1958) durchgeführt wurden, haben sich im wesentlichen auf die Feststellung der Entstehung eines Signales beschränkt. Diese registrierten Signale werden auf die bei der Photosynthese entstehenden freien Radikale zurückgeführt. RABINOWITSCH stellte die Hypothese eines Excitontransfers im Chlorophyll auf, die die Entstehung eines ESR-Signals berechtigen würde. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme ist noch nicht erbracht.

Auch in unserer Arbeitsgruppe wurden ESR-Messungen der Photosynthese in Fortsetzung der Untersuchungen von KHALIL und THOM[1]) mit einem X-Band-ESR-Spektrometer an Gerstenblättern bei Zimmertemperatur in Luft und in-situ-Beleuchtung durchgeführt. Es wurde eine Absorptionslinie registriert, deren Intensität mit zunehmender Beleuchtungsstärke zunahm, nach einer Verdunklung der Probe in Luft jedoch nicht völlig verschwand. Frühere ESR-Untersuchungen von NICOLAU, THOM und BRUCKER an verschiedenen Porphyrinen beschrieben eine paramagnetische Resonanz unter anderem von Chlorophyllderivaten und oxydiertem Cytochrom c. Auf Grund dieser Modelluntersuchung und nach den Ergebnissen von CHANCE und YONATANI und von DUYSEN und AMESZ[2]) scheint eine der ersten Stufen der Photosynthese die Oxydation des Cytochroms und die Reduktion der beteiligten Pyridinnucleotide zu sein. Diese Annahme wird durch Lichtabsorptions- und Fluoreszenzmessungen wesentlich gestützt. Ein schwaches ESR-Signal wird, wie oben beschrieben, auch bei einer Verdunklung des Versuchsobjektes beobachtet.

Die Hyperfeinstruktur des „Dunkel-Signals" wird durch ein freies Radikal hervorgerufen, dessen ungepaartes Elektron sich in der unmittelbaren Nähe von zwei chemisch äquivalenten Stickstoffatomen befindet. Das Signal läßt sich daher zwanglos auf die Existenz des durch die Atmung oxydierten Cytochroms zurückführen. Diese Hypothese findet eine zusätzliche Unterstützung in den Ergebnissen von NIEMAN und VENNESLAND über die Dunkel-Oxydation des Cytochroms c.

Kürzlich gelang COMMONER et al.[3]) die Bestätigung der Michaelisschen Annahme über den Verlauf der enzymatischen Oxydo-Reduktion (bzw. Elektronentransport-Prozesse) mit Hilfe der ESR-Methode. Die Zunahme der Intensität des ESR-Signals nach einer Beleuchtung der Gerstenblätter ist wahrscheinlich der vielfach verstärkten Reduktion des Pyridinnucleotids in Anwesenheit von Pyridinnucleotid-Reduktase zuzusprechen.

Im Rahmen systematischer Untersuchungen von katalytisch aktiven Stoffen arbeiteten wir auch an isolierten Enzymsystemen. Dabei zeigen Riboflavin, Diphosphopyridinnucleotid, Adenosintriphosphorsäure und ihre Komplexe mit verschiedenen Elektronendonatoren ESR-Signale. Diese Ergebnisse ergänzen und verallgemeinern die Mitteilungen von SZENT-GYÖRGYI u. Mitarb. Die Intensität der Absorptionslinie von isoliertem reinem DPN beträgt etwa 10^{13} bis 10^{14} u.s./g. In biologischem Material ist die Konzentration der Pyridinnucleotide wesentlich geringer, so daß die Signalstärke während der Photosynthese nicht mehr nachgewiesen werden kann. Der Elektronentransfer während der Oxydo-Reduktion der Pyridinnucleotide verläuft über Radikalstufen. Diese verursachen wahrscheinlich die lichtinduzierte Zunahme der Intensität des ESR-Signals.

Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Institut für Medizin und Biologie, Berlin-Buch

WOLFGANG BRUCKER und CLAUDE NICOLAU

Eingegangen am 27. November 1959

[1]) KHALIL, M.C.H., u. H.G. THOM: (In Vorbereitung) 1959. — [2]) DUYSENS, L.N.M., u. J. AMESZ: Plant Physiol. **34**, 210 (1959). — [3]) COMMONER, B., B.B. LIPPINCOTT u. J.V. PASSONEAU: Proc. Nat. Acad. Sci. [Wash.] **44**, 1099 (1958).

Wirkungsbeziehungen zwischen Indol-3-essigsäure und Gibberellinsäure

Seit längerer Zeit war bekannt, daß der Schimmelpilz *Gibberella Fujikuroi* Substanzen bildet, welche bei höheren Pflanzen ganz eigentümliche Wachstumserscheinungen hervorrufen [siehe z.B.[1])]. Der rezente Befund[2]), daß diese sog. „Gibberellinen" auch von höheren Pflanzen gebildet werden, hat zu der Frage geführt, welche Bedeutung diesen Stoffen für das Pflanzenwachstum zugemessen werden muß. Insbesondere ist dabei auf ein mögliches Zusammenspiel von Gibberellinsäure und Indol-3-essigsäure hingewiesen worden. Dies hat zu dem Konzept der „auxinsparing action" von Gibberellinsäure geführt. Untersuchungen über die Hemmung des Indol-3-essigsäureoxydase-Systems durch Gibberellinsäure gaben, wie aus der Literatur hervorgeht[3]), widersprechende Ergebnisse. Da im hiesigen Institut seit 1930 das Gebiet der pflanzlichen Wachstumsfaktoren bearbeitet wird, haben wir uns auch dem obengenannten Problem zugewandt. Dabei hat sich herausgestellt, daß eine Erklärung der erwähnten Widersprüche wohl in der von den Autoren angewandten Methodik zu finden ist.

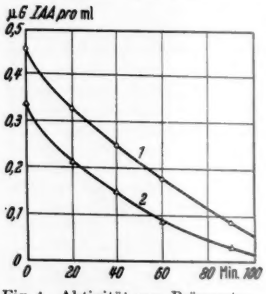


Fig. 1. Aktivität von Präparaten aus bespritzten (1) und aus unbespritzten (2) Pflänzchen in bezug auf IES. Erläuterungen im Text. Die Versuche wurden ausgeführt mit 1 ml Indol-3-essigsäure (I.A.A., 150 µg/ml), 5 ml Enzymlösung und 4 ml Pufferlösung

Gereinigte Indol-3-essigsäureoxydase-Präparate, dargestellt aus unbehandelten und mit Gibberellinsäure besprühten etiolierten Erbsenpflänzchen (Rasse „Wonder van Amerika", etwa 12 Tage alt) zeigten gleiche Aktivität in bezug auf Indol-3-essigsäure. Zusatz von Gibberellinsäure zu diesen gereinigten Enzympräparaten hatte keinen Effekt[4]). Homogenate derselben unbehandelten und mit Gibberellinsäure behandelten Pflänzchen wiesen aber einen deutlichen Unterschied in der Aktivität auf (Fig. 1). Hieraus darf man schließen, daß sich in der Pflanze ein System befindet, das hemmend wirkt auf die Indol-3-essigsäureoxydase und dessen Bildung durch Gibberellinsäure stimuliert wird.

Bei der Suche nach etwaigen morphologischen Unterschieden zwischen unbehandelten und behandelten Pflanzen hatten wir bereits eine ungefähr zehnprozentige Zunahme des Ligningehalts festgestellt. Aus naheliegenden Gründen wurde dann die Untersuchung in der Richtung von phenolischen Zellbestandteilen fortgesetzt. Dies um so mehr, da neulich festgestellt wurde, daß die Indol-3-essigsäureoxydase, welche p-Cumarsäure als Co-Enzym enthält, durch verschiedene Phenolkörper in ihrer Wirkung gehemmt wird[5]). Es wurde gefunden, daß der Gehalt an Polyhydroxyzimtsäuren von Erbsenpflanzen durch Bespritzung mit einer Gibberellinsäure-Lösung (100 µg pro ml) eine starke Zunahme erfährt*). Der Gesamtgehalt der genannten Säuren wurde sowohl durch Reduktion von FOLINS Reagenz[6]) wie durch direkte Messung der Absorption bei 285 mµ bestimmt (Tabelle).

Tabelle. *Prozentgehalt an Polyhydroxyzimtsäuren in Erbsenpflanzen* (bezogen auf Trockengewicht)

	Bestimmt mit FOLINS Reagenz	Berechnet aus der Absorption bei 285 mµ
Erbsenpflanzen unbehandelt . . .	$1{,}24 \cdot 10^{-2}$ %	$1{,}21 \cdot 10^{-2}$ %
Erbsenpflanzen bespritzt mit Gibberellinsäurelösung (100 µg/ml)	$3{,}75 \cdot 10^{-2}$ %	$3{,}60 \cdot 10^{-2}$ %

Von diesen substituierten Zimtsäuren konnten wir die folgenden aus Erbsenpflanzen in kristalliner Form isolieren: Ferulasäure, Kaffeesäure und Chlorogensäure. Da mengenmäßig die Ferulasäure am wichtigsten ist, halten wir uns für berechtigt, den Totalgehalt an substituierten Zimtsäuren als mg Ferulasäure pro kg Trockenpflanze zu berechnen, zumal da die hemmende Wirkung auf das Indol-3-essigsäureoxydase-System bei allen drei isolierten Verbindungen von derselben Größenordnung ist[5]).

Aus der gefundenen Zunahme dieser Säuren nach Gibberellinsäure-Behandlung (und somit auch aus der Hemmstoffaktivität) darf auf die Existenz des bereits vermuteten „auxinsparenden" Systems in der Erbsenpflanze geschlossen werden. Diese Folgerung konnte erhärtet werden durch die Aufarbeitung von jeweils 500 kg unbehandelten und mit Gibberellinsäure behandelten Erbsenpflanzen**). Nach dem Trockengewicht berechnet, befand sich in der unbehandelten Pflanze $2{,}7 \pm 0{,}3 \cdot 10^{-9}$ mg und in der behandelten Pflanze $3{,}7 \pm 0{,}3 \cdot 10^{-9}$ mg Wuchsstoff pro kg.

Dieser Wuchsstoffgehalt ist nahezu vollständig der Indol-3-essigsäure zuzuschreiben, wie aus Gegenstromverteilung (nach CRAIG) in verschiedenen Lösungsmittelsystemen hervorging. Überdies wurde durch Isolierung eines Trinitrobenzolderivats des Wuchsstoffes die Identität mit Indol-3-essigsäure nochmals bewiesen. Es wird geschlossen, daß Gibberellinsäure die Biosynthese von Polyhydroxyzimtsäuren in der Pflanze fördert. Diese Polyhydroxyzimtsäuren sind Hemmstoffe für das Indol-3-essigsäureoxydase-System. Die „auxinsparende" Wirkung der Gibberellinsäure ist demnach einem indirekten Effekt zuzuschreiben.

Organisch-Chemisches Laboratorium der Reichs-Universität, Utrecht

F. KÖGL † (gest. am 6. Juni 1959) und J. ELEMA

Eingegangen am 23. November 1959

*) Laboratoriumsversuche; Pflanzen kultiviert im Dunkelraum.
**) Feldversuche, ausgeführt auf 3000 m².

[1]) YABUTA, T., u. Y. SUMIKI: J. Agric. Chem. Soc. Jap. **25**, 159 (1951). — [2]) PHINNEY, B.O., C.A. WEST, M. RITZEL u. P.M. NEELY: Proc. U.S. Nat. Acad. Sci. **43**, 398 (1957). — [3]) KATO, J., u. M. KATSUMI: Naturwiss. **45**, 344 (1958). — PILET, M.P.E.: C. R. Acad. Sci. [Paris] **1957**, 1327. — [4]) TANG, Y.W., u. J. BONNER: Arch. Biochem. **13**, 11 (1947). — [5]) GORTNER, W.A., u. M.J. KENT: J. Biol. Chem. **233**, 731 (1959). — [6]) FOLIN, O., u. V. CIOCALTEU: J. Biol. Chem. **73**, 627 (1927).

The Effects of Calcium upon Gibberellin-Auxin Interaction in Lamina Joints of Rice

Since it has been found that gibberellin has stimulative effects in growth of plant cells, some papers on its interaction with auxin have been submitted[1]). On the other hand, it has been stated that an auxin action is inhibited by some divalent cations[2]). The author then performed studies on the influence of calcium upon the interaction of auxin and gibberellin in angles between laminae and sheathes of excised rice leaves.

After submergence of rice seeds (Oriza sativa, var. Aichi asahi) for 2 days they were planted in sand. Experimental materials were gained by cutting off 2 cm below the lamina joints of the 2nd foliage leaves of etiolated plants when they were 9 days old. 20 excised leaves were floated on 20 ml of re-distilled water. After floating 48 hours the curved materials induced geotropically in this manner were transferred to 20 ml of test solutions. After incubation in the solutions for 48 hours their final angles were estimated. All the procedures were performed at 30° C in darkness. 3-Indoleacetic acid (IAA) was renewed 24 hours after the transfer.

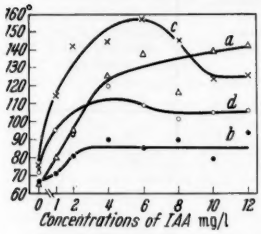


Fig. 1

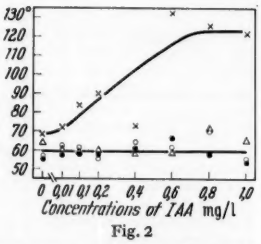


Fig. 2

Fig. 1. Effect of 0·02 N of calcium upon 1 to 12 mg/l of IAA and 100 mg/l of gibberellin, alone and in combination. *a* (△) IAA alone; *b* (●) added calcium to IAA; *c* (×) combination of IAA and gibberellin; *d* (○) added calcium to the combinated solutions of IAA and gibberellin

Fig. 2. The same as in Fig. 1, but 0·01 N (instead of 0.02 N) of Ca to 1 mg/l of IAA concentrations

A preliminary experiment on an action of cations in the lamina joints has indicated that when various cations, $MgCl_2$, $CaCl_2$, $SrCl_2$ and $BaCl_2$ at 0·002 to 0·04 N, are added in IAA solution of 10 mg/l an excellent inhibition of IAA action is obtained even at 0·002 N of cations. The order of their inhibitive action was Ba, Sr, Ca and Mg. Based on such results, the action of gibberellin for 1 to 12 mg/l of IAA and the influence of 0·02 N of calcium chloride for gibberellin-auxin interaction was studied. As shown in Fig. 1, in IAA alone the higher the concentrations become the more the angles increase. However in combination of IAA and 100 mg/l of gibberellin the maximum angle is obtained at 6 mg/l of IAA, whereas it falls at higher concentration of IAA. Calcium exerts inhibitive influence both in IAA alone and in combination of IAA and gibberellin (Fig. 2). Calcium inhibits the synergistic action between gibberellin and 0.1 to 1 mg/l of IAA. This is also the same in the action of gibberellin combined with varying 1-naphthaleneacetic acid supply.

Faculty of Agriculture, Nagoya University, Japan

EIZO MAEDA

Eingegangen am 20. November 1959

[1]) OVERBEEK, J. VAN: Bot. Rev. **25**, 269 (1959). — [2]) COOIL, B.J., and J. BONNER: Planta **48**, 696 (1957).

The Influence of Coumarin on the Incorporation of ^{32}P into the Leaf-Discs of Datura stramonium L.

The biological effect of coumarin (12-oxo-1:2-benzopyran) and some of its derivates on the germination and growth of seedlings[1]),[2]) is nearly the same as that observed for indoleacetic acid: in relatively high concentrations (10^{-3} M) the germination and the growth of green plants are inhibited, while small concentrations (10^{-5} M) may be promoting it[3]),[4]). The researches made in our laboratory have shown that coumarin can intensify the respiration of the Nicotiana tabacum L. leaves (sometimes by more than 200%), and markedly inhibited the reproduction of the tobacco mosaic virus[5]). This observations suggest that this substance should be regarded as a naturally occurring growth regulator and it is possible that coumarin can influence the metabolism of phosphorus compounds; the aim of this work was to show whether it is true.

The experiments described in this report were carried out on mature leaves Datura stramonium L. grown in field. 5 ml of water solution ^{32}P (in $Na_2H\,^{32}PO_4$) and 5 ml of water solution of coumarin of different concentrations (see the table) were poured into Petri vessels (⌀ 60mm) and 15 discs (⌀ 7mm), cut out with cork-borer from 15 leaves of Datura that were put on the surface of the liquid (the bottom surface of leaf sticks to the liquid). To the control 5 ml of water were added instead of solution of coumarin.

After 3, 6 and 24 hours the discs were taken out, washed with water, dried with filter paper, and after taking the radioactivity with the GEIGER-MÜLLER's counter, again put into right solutions. These manipulations did not occupy more than 10 minutes and therefore the amendment for the interval in the action of coumarin was not taken into account. The experiments were done in electric light. The typical results have been taken together in the table. It shows that coumarin markedly inhibited the incorporation of ^{32}P into leaf-discs of Datura stramonium. Measurements made after 24 hours revealed that the magnitude of the inhibition was more or less proportional to the concentrations of coumarin and the maximum (7% compared with 100% in control samples) was observed at the concentration of 1000 ppm. Measurements made after shorter intervals (3 hours), however, indicated that in concentrations between 62 and 500 ppm coumarin initially intensifies the incorporation of ^{32}P into leaf-discs; after 6 hours the stimulating effect was replaced by the inhibitory effect.

Table. *Incorporation of ^{32}P into the leaf-discs of Datura stramonium L (in %) (control = 100%) at various concentrations of coumarin (in ppm)*

Conc. of coumarin	0	62,5	125	250	500	750	1000 ppm
^{32}P incorporated							
after 3 hrs . . .	100	107	103	116	105	93	92
6 hrs . . .	100	99	95	98	68	47	41
24 hrs . . .	100	103	90	87	44	14	7

All numbers are the average of 3 experiments.

A special attention must be attributed to the results given by concentrations of 250 ppm of coumarin which give the greatest stimulation of the incorporation of ^{32}P after 3 hours and, comparatively, less inhibition after larger intervals, because NEUMANN[6]) found that coumarin in this concentration during the first several hours in a great degree stimulates the elongation of excised segments of Helianthus hypocotyls. It is obvious that the researches of NEUMANN and ours are not directly comparable (different materials and methods), but between the stimulation of growth and the influence on the incorporation of ^{32}P there exists probably a connection.

Therefore we cannot conclude what links of the metabolism of phosphorus compounds are influenced by coumarin. However, judging from the results of our work not yet finished, it is probable that coumarin affects on the phospholipids of cell walls, on the mechanism of oxidative phosphorylation and has a connection with the metabolism of nucleic acids.

Department of Plant Physiology, University of Łódź, Poland (Director: Prof. Dr. W. MOYCHO)

J. S. KNYPL and R. ANTOSZEWSKI

Eingegangen am 25. November 1959

[1]) BLAIM, K.: Kosmos **6**, 243 (1957). — [2]) SUMERE, C. F. VAN, and L. MASSART: IVth Intern. Congr. of Biochemistry (V Symp.: Antibiotics), Vienna, Sept. 1958. — [3]) MISRA, G., and S. N. PATNAIK: Nature [London] **183**, 989 (1959). — [4]) CONSTANTINESCU, D. GR., M. CONSTANTINESCU and M. RETEZEANU: Naturwiss. **46**, 272 (1959). — [5]) GUBAŃSKI, M., and J. S. KNYPL: In preparation. — [6]) NEUMANN, J.: Science **129**, 1675 (1959).

Extreme Werte der atmosphärischen N_2-Bindung bei den aus den Wurzelknöllchen von Lupinus luteus isolierten Hefen

1953 wurden zwei Mikroorganismen, die sich im weiteren in Reinkultur als Hefe erwiesen und rotes Pigment bildeten[1],[2]), von sterilen Schnitten der Wurzelknöllchen von Lupinus luteus durch GYÖRGY NÉMETH isoliert. Mit Ausnutzung der Resistenz von Streptomyzin wurden Reinkulturen verfertigt, die auf einen synthetischen Nährboden geimpft wurden. Bezüglich der Stickstoff-Zunahme des Nährbodens wurden Untersuchungen vorgenommen. Wir benutzten zweierlei Nährböden, von denen der eine (*A*) keinen Stickstoff, der andere (*B*) Stickstoff in der Form $(NH_4)_2SO_4$ enthielt.

A: 15 g Glukose, 1,0 g KH_2PO_4, 0,5 g $CaCO_3$, 0,2 g NaCl, 0,1 g $FeSO_4$, 0,1 g $AlCl_3$, Spuren von Ammonium-Molybdat ad 100 ml destilliertes Wasser. — *B:* Wie *A*, dazu 1 ml gesättigte $(NH_4)_2SO_4$-Lösung auf je 20 ml. Die Nährboden enthielten je 20 ml [bei *B* dazu 1 ml $(NH_4)_2SO_4$] und wurden bei 110° 15 min sterilisiert; die Kontrollnährböden blieben ungeimpft. Wir bestimmten den Gesamtstickstoffgehalt nach der Mikro-Kjeldahl-Methode[3]), den Glukosegehalt der Nährböden nach HAGEDORN-JENSEN[4]). Proben wurden am 5. und 30. Tag genommen. Die Ergebnisse zeigt Fig. 1. Im Falle *A* sind 5,7 mg, im Falle *B* 4,1 mg N_2-Zunahme auf je 1 g verbrauchter Glukose gemessen worden.

Zusammenfassung: Auf flüssigen Nährböden sind die Wurzelknöllchen-Hefen von Lupinus luteus in einem dem Azotobacter ganz nahe stehenden Maße fähig, den atmosphärischen Stickstoff zu binden. Da das Stic' stoff-Bindungsvermögen der Hefen ziemlich umstritten ist, jedoch z. B. auch aus Kenter-Böden solche Rhodotorula-Arten isoliert wurden, die (nach Untersuchungen mit N_2^{15}) fähig waren, N zu binden[5]), kann man annehmen, daß wir es auch hier mit einer Hefeart zu tun haben, die atmosphärischen Stickstoff intensiv zu binden vermag. Die durch uns untersuchte Hefe stimmt mit der vorigen Hefe auch darin überein, daß sie rotes Pigment bildet.

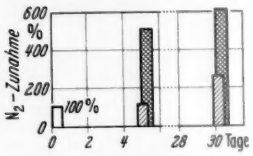


Fig. 1. N_2-Zunahme als Funktion der Zeit. Leere Säule = Kontrolle; gestrichelt = N_2-Zunahme im Nährboden *A*, kariert = N_2-Zunahme im Nährboden *B*

Institut für Organische Chemie der Universität, Szeged

B. MATKOVICS

Eingegangen am 5. Dezember 1959

[1]) NÉMETH, GY.: Jb. Nyirséger landwirtschaftl. Versuchsinst. **1954**, 74; **1955**, 102 [Ungarisch]. — [2]) NÉMETH, GY., u. B. MATKOVICS: Vortrag II. Kongr. d. Ungar. Mikrobiol. Ges. 1957 [Ungarisch]. — [3]) GREENBERG, D. M.: J. Biol. Chem. **82**, 545 (1929). — [4]) HAGEDORN, H. C., u. B. N. JENSEN: Biochem. Z. **135**, 46 (1923). — [5]) METCALFE, A., S. CHAYEN, E. R. ROBERTS u. T. G. G. WILSON: Nature [London] **174**, 841 (1954).

Steigerung der Lebensaktivität der Nachkommen durch Verfütterung von Vitalstoffen an die Eltern

Die Darreichung von Präparaten, die den Faktor „T" enthalten, wirkte sich in den verschiedensten Fällen günstig aus. Zunächst zeigte sich dies bei geschwächten Säuglingen und Kleinkindern der Nachkriegszeit, von denen viele dem Leben erhalten blieben, die schon aufgegeben waren[1a]). Weiter fanden sich günstige Einflüsse bei Hypophysen-Störungen, wie Zwergwuchs[7]), sowie beste Wirkungen bei verschiedenen Haus- und Nutztieren[3a]) bei prophylaktischer Stärkung der Widerstandskraft gegen Krankheitsstoffe und andere widrige Außen- und Innenbedingungen[4]) einschließlich von Altersschädigungen[3b]). Bei manchen Versuchsobjekten endlich ließen sich Entwicklungsstöße auslösen, die, wenn sie die Keimorgane trafen, zur großen Vermehrung der Fertilität führten[5]), wenn sie bei anderen Organen zu sensiblen Phasen wirkten, bei den Versuchstieren sogar Großmodifikationen hervorrufen konnten[3d]). Erfahrungen von Züchtern zeigten, daß T-Präparate nicht nur die Leistungsfähigkeit von Brieftauben steigerten, sondern auch deren Entwicklungsgeschwindigkeit beschleunigten. Auf ähnliche Erscheinungen wie z. B. verstärkte Kampfeslust wurden wir schon bei den ersten Mäuseversuchen aufmerksam (Breslau 1944). Diese Beobachtungen wiederholten sich an den verschiedensten Orten immer wieder bei Nachkommen, deren *Mütter* schon *vor der Schwangerschaft* T-Fütterung oder T-Injektionen erhalten hatten, auch bei Goldhamstern[6]).

Mit diesen auch bei anderen Vertebraten beobachteten Erscheinungen stimmten überein Ergebnisse umfangreicher Versuche mit einer größeren Zahl von verschiedenen Stämmen von Drosophila melanogaster aus Deutschland, Österreich, Spanien sowie Nord- und Südamerika. Tabelle 1 zeigt in knappster Form die Zusammenfassung der *gesteigerten* Wirkung, wenn T-Präparate auch *an Vorfahren* verfüttert wurden.

Tabelle 1. *Vergrößerung der Nachkommenzahl bei Verfütterung von T-Präparaten (T veter. spezial) während mehrerer Generationen bei Drosophila melanogaster*

Die Zucht erfolgte optimal auf Apfel oder Bananen mit Zugabe synthetischer Nährlösung. — *K* = Zucht ohne, *T* = Zucht mit Zugabe von T-Präparat. — Die Zahlen der Tabelle entsprechen den Nachkommenzahlen für je ein Weibchen innerhalb der ersten 20 Tage; die Benennungen der Kulturen (Stämme, Mutationen) entsprechen den international gebrauchten Namen der genetisch reinen Rassen, die ich von den verschiedensten Vererbungsinstituten erhielt.

Kulturen	Vorfahren erhielten nie T		Vorfahren wurden mindestens 2 Generationen mit T gezüchtet	
	K	*T*	*K*	*T*
1. Tossa 1958 a	0,0	16,0	16,0	31,0
2. Tossa 1958 b	1,0	8,5	13,0	39,5
3. Valdivia 1958	0,0	13,4	—	—
4. Carintia a	—	—	17,0	23,2
5. Carintia b	—	—	19,5	32,1
6. Barcelona a	—	—	26,5	35,7
7. Barcelona b	—	—	33,5	47,9
8. Reinzucht Berlin a	7,6	15,8	17,5	34,6
9. Reinzucht Berlin b	11,8	15,3	21,5	36,2
10. Max-Planck-Institut a	0,0	9,0	15,0	24,5
11. $W^{e\,o}\,sn^2$ b	0,0	—	19,3	36,4
12. vg USA a	0,0	6,0	16,2	25,6
13. vg USA b	—	—	18,8	33,7
14. vg pk Wien a	0,0	16,2	29,3	39,1
15. vg pk Wien b	—	—	18,0	33,2
16. Bastarde a	—	16,0	19,0	31,5
17. vg vg pk b	—	—	23,8	29,8
Durchschnitt	2,2	12,9	20,0	34,5

Die Nachkommenzahl ist mit T-Präparaten regelmäßig größer als ohne T (= *K*). Die Werte liegen stets höher, wenn die Kulturen mehrere Generationen hintereinander schon *vorher* mit dem T-Faktor gezüchtet worden sind; dann ist die Reaktionsbereitschaft erhöht.

Verlängerung der Lebensdauer[3b]) zeigte sich erneut bei 20 Kulturen des Jahres 1958 mit (d) (je 3 Weibchen und 2 Männchen), deren Eltern „T"-Präparate erhalten hatten: von den 100 Tieren des Stammes „Tossa" waren nach 3 Wochen nur 5 tot (= 5%), von den Kulturen ohne „T", aber mit verschiedenen Vitaminen einschließlich des sog. B 15 80%, ebenso bei solchen, die käufliche Kombinationen von Wirkstoffen bekamen. Fast gleich verhielten sich die Kontrollen ohne Zugabe.

In einer anderen Versuchsserie wurden 25 Imagines einer F_1, deren Eltern schon den Faktor „T" erhalten hatten, erneut mit „T" Präparaten gefüttert (Gruppe I), eine zweite Gruppe nicht. Von den 25 der Gruppe I waren keine Tiere tot (0%), von der Gruppe II ein Tier (4%). Bei der F_1, deren Eltern B_{15} erhielten, waren es 80% und bei einer käuflichen Vitamin-Kombination sogar 86%. Auf die Entwicklungsdauer der Larven hat die Zugabe des „T"-Faktors an die Eltern auch eine gewisse Wirkung. Auf die Larven des mittleren Stadiums selbst (L II) wirkt er wie eine Temperaturerhöhung von 15° auf 26° C. Gab man auf Filtrierpapier, das mit GAP (Glutamin, 15 Aminosäuren und die durch B_{12} ergänzte Vitaminlösung nach PARKER) getränkt war, je 10 Larven vom Stadium L II (zu je drei Versuchen), so erhielt man die in Tabelle 2 gezeigten Ergebnisse.

Bei Zucht von Männchen und Weibchen waren nach 7 Tagen die Resultate:

bei 16° ohne neue Zugabe an F_1 L I—II,
bei 16° *mit* neuer Zugabe an F_1 L III-Puppe,
bei 26° ohne neuer Zugabe F_1 L III-Puppe,
bei 26° *mit* neuer Zugabe an F_1 Imagines.

Hatten die *Eltern* schon T-Präparate bekommen, so konnte sich die Entwicklung zum Puppenstadium noch um einen

halben Tag beschleunigen, daß heißt in beinahe 3 bis $3^1/_2$ Tagen ablaufen und damit das bisherige Optimum erreichen.

Die Vermehrung der Nachkommenzahl ist bedingt durch die starke Vergrößerung der Ovarien, die bei Wärme unter dem Einfluß von „T"-Präparaten bei jungen Weibchen manchmal unmittelbar verfolgt werden kann. Dies ist besonders der Fall bei der Aufnahme des „T"-Faktors durch eine F_1, deren *Eltern* ihn bereits erhalten hatten. In solchen Fällen liegt schon eine besonders günstige Reaktionsbereitschaft vor, d.h. eine prophylaktische Verbesserung der Lebensintensität. In dieser Verbesserung ist wohl die Hauptbedeutung des Faktors „T" zu sehen und damit die oft so überraschende Wirkung von Präparaten, die ihn enthalten. Diese Reaktionsbereitschaft liefert dann den günstigen Boden für alle möglichen Auslösungsfaktoren und macht es damit verständlich, daß solche Präparate bei so *verschiedenen* Gelegenheiten günstig wirken, wie eingangs einige aufgezählt wurden.

Tabelle 2. *Entwicklung der Larven vom Stadium L II unter verschiedenen Temperaturbedingungen in Nährlösung GAP ohne und mit T*

Temperatur	Stamm	GAP	Entwicklung nach	
			$2^1/_2$ Tagen	5 Tagen
A kühl 16—17°C	vg	ohne T	L II	L II
	vg	mit T	L II—L III	L III
warm 26—27°C	vg	ohne T	L III	L III
	vg	mit T	3—8 Puppen	erste Imagines
B kühl 16—17°C	pk	ohne T	L II	L II
	pk	mit T	L II—L III	L III
warm 26—27°C	pk	ohne T	L III	L III
	pk	mit T	4—8 Puppen	erste Imagines

Säckingen, Untere Flüh 28

W. Goetsch

Eingegangen am 8. April 1959

[1]) Nuhsbaumer, S.: a) Med. Klin. **44**, 36 (1949); b) Jb. Wien. med. Wschr. **101**, 461 (1951). — [2]) Boettcher, W.: Neue med. Welt **1951**. — [3]) Goetsch, W.: Dtsch. Pelztierzüchter a) **1953**; b) **1951**, Nr. 5 u. 6; c) Naturwiss. **46**, 84 (1959); d) Z. vergl. Physiol. **39**, 274 (1957); e) Jb. „Eos" Madrid **1956**, 184. — [4]) Deufel, J.: Fischwirt **1958**, Nr. 7, 8 u. 10. — [5]) Urgell, J. M.: Proc. II. World Congr. on Fertility and Sterility, S. 777. (1956). — [6]) Gleichweit, E.: Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforsch. **5**, 259 (1953). — [7]) Heinsen, H. A.: Ges. Verd. u. Stoffw.krkh., 17. Tagg. Stuttgart 1953.

Die Beeinflussung der Atmungsgröße von Chironomus-Larven durch Vorbehandlung mit erhöhter Temperatur

In Arbeiten der letzten Zeit habe ich vielfach die Atmungsgröße von *Chironomus*-Larven bei erhöhter Temperatur (namentlich bei 29° C) studiert. Dabei fand ich namentlich an den Larven von *Chironomus plumosus*, aber auch an denen von *Chironomus anthracinus* nicht selten eine Umstellung der für unsere Breiten normalen Diffusionsoxybiose auf Endoxybiose (Veratmung von im Körper emissioniertem O_2), eine offenbar für Tropen typische Form der Oxybiose. Dabei finden sich oft mehr oder minder erheblich erhöhte Werte der Atmungsgröße, die sogar übersteigert sein können. Es wurden z.B. gelegentlich Werte um 300 cm^3 pro g und $^1/_2$ Std gefunden. Dies kann den Eindruck erwecken, als ob die Atmungsgröße von *Chironomus*-Larven bei erhöhter Temperatur regelmäßig gesteigert würde [vgl. [2b])]. Dies muß namentlich wundern, wenn man bedenkt, daß nach Arbeiten über die Cytologie von Tieren[1]),[3]),[4]),[5]) zu erwarten ist, daß auch die Stoffwechselintensität nach Vorbehandlung mit erhöhter Temperatur erniedrigt ist. Es sei daher die Gestaltung der Atmungsgröße nach Vorbehandlung mit erhöhter Temperatur (z.B. 29° C) nochmals betrachtet. Wenn man meine früheren Mitteilungen zu diesem Thema liest[2]), so findet man, daß auch ich eine mindestens zeitweilige Erniedrigung der Atmungsgröße durch Vorbehandlung mit erhöhter Temperatur gefunden habe. Meine früheren Untersuchungen, in denen ich durch gesteigerte Temperatur erhöhte Atmungsgrößen fand, betrafen vorwiegend die Larven von *Chironomus anthracinus* und *Chironomus plumosus*, die beide, insbesondere die letztgenannte, ausgesprochen tropenfähig sind und zu endoxybiotischer Oxybiose neigen. Ich habe neuerdings nochmals eingehende Untersuchungen an der Larve von *Chironomus thummi*, die nur beschränkte Tropenfähigkeit und nur verhältnismäßig geringe Neigung zur Endoxybiose hat, vorgenommen. Die erhaltenen Werte, ergänzt durch einige Messungen an den obenerwähnten Larven von *Chironomus anthracinus* und *Chironomus plumosus*, in denen nur ausnahmsweise geringe Atmungsgrößen verzeichnet wurden, werden in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt.

Wie schon erwähnt, sind die Werte für *Chironomus anthracinus* und *Chironomus plumosus* besonders niedere Auswahlwerte aus einem größeren Material meistens höherer Werte, die für *Chironomus thummi* hingegen Durchschnittswerte des Gesamtmaterials der Messungen, wobei jedoch einige auffallend niedrige (keineswegs seltene) Werte am Schluß aufgeführt sind. Die Larve von *Chironomus thummi* zeigte schon bei 26° C eine leichte Erniedrigung der Atmungsgröße, die bei 28 bis 29° C stets recht erheblich war, mitunter sogar, wie die Tabelle zeigt, recht geringe Atmungsgröße zeigte. Wenn Larven von *Chironomus thummi* etwa 2 Tage bei 29° C belassen wurden, so waren sie schwer geschädigt, offenbar im Absterben oder tot, so daß an ihnen keine zuverlässigen Messungen mehr möglich waren. Wir sehen also, daß, wenn nicht — was besonders bei den Larven von *Chironomus plumosus* nicht selten der Fall ist — endoxybiotische Prozesse dazwischenkommen, die Atmungsgröße von *Chironomus*-Larven durch Vorbehandlung mit erhöhter Temperatur erniedrigt wird. Dies dürfte eine allgemeine Regel sein.

Tabelle. *Atmungsgröße* ($cm^3/g/^1/_2$ Std) *einiger Chironomus-Larven bei Zimmertemperatur* (18 bis 20° C) *und erhöhter Temperatur* (26 oder 28 bis 29° C)

	18—20°	26°	28—29°
Chir. anthracinus	120	—	98,5
Chir. plumosus	87,7	—	50,76
Chir. thummi	139	129,8	64,6 48,6 25,65

Man hat den Eindruck, daß im Körper der *Chironomus*-Larven eine Regulierung besteht, die bei Steigerung der Temperatur bis auf etwa 29° die Verwirklichung offenbar biologisch unerwünscht hoher Atmungsgrößen verhindert. Erst bei noch höheren Temperaturen (z.B. 35° C) ist extreme Steigerung der Atmungsgröße (bis auf 650 $cm^3/g/^1/_2$ Std) erkennbar, die offenbar bereits ans Pathologische grenzt[2a]).

Plön/Holstein, Hydrobiologische Anstalt der Max-Planck-Gesellschaft

Otto Harnisch

Eingegangen am 11. Dezember 1959

[1]) Finck, E. V., u. S. Y. Ma: Z. indukt. Abstamm.- u. Vererb.-Lehre **79**, 267 (1942). — [2]) Harnisch, O.: a) Naturwiss. **45**, 323 (1958); **46**, 118 (1959); b) Biol. Zbl. **78**, 315 (1959); Zool. Jb., Abt. allg. Zool. u. Physiol. **68**, 375 (1959); Arch. Hydrobiol. (im Druck). — [3]) Ma, S. Y.: Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, math.-physik. Kl., phys.-chem. Abt. **1943**, 1. — [4]) Schatz, E.: Biol. Zbl. **70**, 305 (1951). — [5]) Stumpf, H.: Biol. Zbl. **78**, 116 (1959).

Dressur von Smaragdeidechsen auf Kompaßrichtungen

Dressuren auf Kompaßrichtungen sind bisher bei verschiedenen Vogelarten[2]),[3]),[4]) und neuerdings bei Fischen[1]) gelungen; diese Tiere können die Himmelsrichtung nach dem Sonnenstand bestimmen und halten die Dressurrichtung unter Einrechnung der Sonnenwanderung während des Tages ein. Für die Richtungsdressur von Smaragdeidechsen (*Lacerta viridis* Laur.) verwenden wir eine runde, homogen gelb gestrichene Dressurarena von 65 cm Durchmesser, deren runde Bodenfläche in drei konzentrische, gegeneinander bewegliche Teile gegliedert ist: eine zentrale Platte von 50 cm Durchmesser, einen Zwischenring von 10 cm Breite und einen Außenring von 5 cm. Dieser trägt einen 30 cm hohen, um 130° nach außen geneigten Abschirmrand. Im Zwischenring ist, für das Versuchstier unsichtbar, eine elektrische Heizplatte von 10 × 10 cm eingelassen, die auf etwa 40° C erhitzt werden kann; der Boden der Arena ist im übrigen hohl und durch fließendes Wasser beliebig kühlbar. Alle Teile der Versuchsanordnung können beliebig gegeneinander bewegt werden, außerdem ist die ganze Apparatur auf Rollen und Schienen drehbar. Während der Dressur sucht das Versuchstier die beheizte Stelle des Zwischenringes auf, wärmt sich dort und muß ihren Richtungswinkel relativ zu einer feststehenden

„künstlichen Sonne" (Motorradscheinwerfer 6 V, 25 Watt in 2,20 m Entfernung vom Mittelpunkt der Arena) erlernen. Die Wärmestrahlung der richtenden Lichtquelle ist dabei prak-

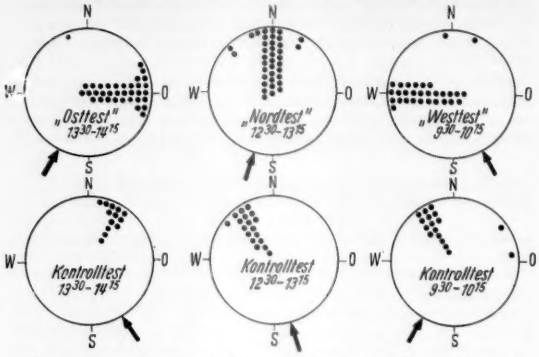


Fig. 1. Testwahlen der drei Versuchstiere zur gegebenen Tageszeit. Obere Reihe: zur Dressurzeit bei richtigem Stand der künstlichen Sonne. Untere Reihe: nach Verstellen

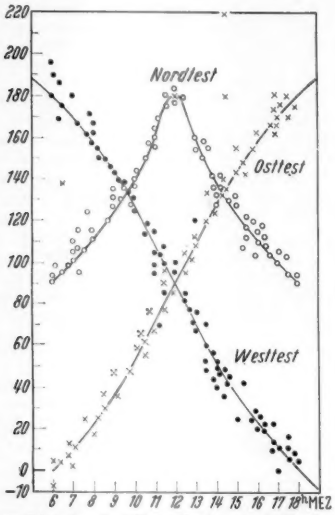


Fig. 2. Testwahlen der drei Versuchstiere nach Umdressur auf die kompaßtreue Orientierung. Ordinate: Richtungswinkel der Wahlen zur feststehenden, künstlichen Sonne. Abszisse: Uhrzeiten. Mittlere, auf die jeweilige Dressurrichtung bezogene Sonnenazimutkurven für Göttingen (21. März)

tisch zu vernachlässigen. Im unbelohnten Testversuch steht die eingeschaltete Heizplatte außerhalb der Dressurrichtung.

Versuchstier A wurde täglich von 13^{30} bis 14^{15} h nach Osten dressiert; dabei richtete die künstliche Sonne unter demselben Azimut wie draußen zu dieser Tageszeit die natürliche; ihre Höhe blieb jedoch konstant 55° über dem künstlichen Horizont. Versuchstier B wurde ebenso von 12^{30} bis 13^{15} h nach Norden, Versuchstier C von 9^{30} bis 10^{15} h nach Westen dressiert. Nach durchschnittlich 14 Tagen hatten die Tiere gelernt, zur Dressurzeit sofort den richtigen Winkel zur künstlichen Sonne zu wählen. Im anschließenden Testversuch mußten sie stets unbelohnt wählen, dabei änderten Heizplatte, innerer und äußerer Ring ständig ihre Stellung zueinander und die Gesamtanordnung ihre Lage im Raum. Nur die ersten zwei bis drei unbelohnten Wahlen wurden gewertet; als „Richtungswahl" galt Suchen in der andressierten Richtung unter besonders lebhaftem Züngeln oder die typische „Sonnstellung", wobei das Versuchstier mit gespreizten Rippen sich flach auf die kalte Stelle, an der es die warme Platte vermutete, legte. Wie Fig. 1, obere Reihe belegt, wählten alle drei Versuchstiere zur Dressurzeit recht genau die erlernte Richtung; als wir im Kontrollversuch (Fig. 1, untere Reihe) die künstliche Sonne verstellten, blieben sie dem andressierten Winkel treu. Stichproben zu anderen Tageszeiten ergaben ebenfalls winkeltreue Wahlen und niemals Anzeichen für eine kompaßtreue Orientierung mit Einrechnung der tageszeitlichen Sonnenwanderung. Diese erlernten die Tiere erst, als wir belohnte, kompaßgerechte Dressuren zu verschiedenen Tageszeiten einführten. Dabei stand die künstliche Sonne fest, während ihr Winkel zur Heizplatte für die drei Kompaßrichtungen tageszeitgemäß variierte. Obwohl jedes Tier in unregelmäßigem Wechsel nur zweimal am Tage dressiert wurde, wählten nach 7 bis 18 Tagen alle Tiere in unbelohnten Testversuchen jeweils den zur gegebenen Tageszeit für die betreffende Dressurrichtung gültigen Winkel. Die Azimute dieser Testwahlen zeigt Fig. 2; alle Tiere hatten demnach nunmehr gelernt, die Sonnenwanderung bei ihrer Wahl einzurechnen, obwohl die künstliche Sonne nach wie vor an Ort und Stelle verblieb. Irgendwelche Anzeichen dafür, daß die Höhe der künstlichen Lichtquelle die Orientierung beeinflußt, haben sich bisher nicht ergeben. Zur Zeit wird mit dem Wärmetest die Orientierungsfähigkeit unter der natürlichen Sonne und zur Nachtzeit geprüft.

Zoologisches Institut der Universität, Göttingen

KLAUS FISCHER und GEORG BIRUKOW

Eingegangen am 21. Dezember 1959

[1]) HASLER, A. D., R. M. HORRALL, W. J. WISBY u. W. BRAEMER: Limnology and Oceanography 3, 353 (1958). — [2]) HOFFMANN, K.: Z. Tierpsych. 11, 453 (1954). — [3]) KRAMER, G., u. E. RIESE: Z. Tierpsych. 9, 245 (1952). — [4]) KRAMER, G., u. U. v. ST. PAUL: Naturwiss. 37, 526 (1950).

Darstellung, Eigenschaften und Struktur von SNF

GLEMSER, SCHRÖDER und HAESELER haben in einer früheren Veröffentlichung[1]) auf die Existenz des SNF hingewiesen. Durch geringfügige Abwandlung des Darstellungsverfahrens und neuere Trennmethoden gelang es jetzt, größere Mengen des instabilen SNF zu isolieren.

Kocht man S_4N_4 mit AgF_2 in Tetrachlorkohlenstoff mehrere Stunden bei kräftigem Rühren unter Rückfluß, so wird ein kompliziert zusammengesetztes gasförmiges Reaktionsprodukt erhalten, das in einer Kühlfalle bei − 78° C als gelbliche Flüssigkeit kondensierbar ist. Durch Destillation in einer Tieftemperatur-Drehband-Kolonne gelang es, aus der Mischung reines SNF zu isolieren. Daneben konnten NSF_3, SF_6, SF_4, SO_2F_2, SOF_2, SiF_4, COF_2, CCl_2F_2, CCl_3F, SO_2 und andere Produkte nachgewiesen werden.

SNF ist ein farbloses Gas, das sich bereits bei Raumtemperatur mit Glas umsetzt. Bei $+0{,}4 \pm 2°$ C verdichtet es sich unter Normaldruck zu einer gelblichen Flüssigkeit, deren Gefrierpunkt bei etwa − 89° C liegt. Molekulargewichtsbestimmungen ergaben den Mittelwert 65,29 (theor. 65,07). SNF hydrolysiert sehr rasch in Wasser, als Endprodukte der Umsetzung konnten qualitativ Sulfit, Fluorid und Ammonium nachgewiesen werden. Die quantitative Analyse ergab 29,32% F

Fig. 1. IR-Spektrum von SNF (50 Torr)

(theor. 29,20), 21,12% N (theor. 21,53) und 48,47% S (theor. 49,28). Zur Charakterisierung ist das Infrarotspektrum des SNF im NaCl-Bereich angeführt (Fig. 1)[2]).

Zur Bestimmung der Atomabstände wurde die Substanz mit Elektronenbeugung untersucht: an zwei verschiedenen Ansätzen wurden ohne und mit rotierendem Sektor bei Beschleunigungsspannungen zwischen 62 und 64 kV und bei einer Kameralänge von 205 mm mehrere Serien von Aufnahmen gemacht. Der hierbei verwendete Sektor kompensiert die Größe s^{-2}, wobei $s = 2\sin(\vartheta/2)$ und ϑ der Streuwinkel ist. Die Aufnahmen erlauben sofort eine eindeutige Antwort auf die Konstitutionsfrage. Die unruhige Aufeinanderfolge der Maxima und Minima zeigt, daß ein unsymmetrisches und gewinkeltes Modell vorliegt, welches das relativ schwere Schwefelatom außen und nicht in der Mitte trägt. Von den beiden chemisch möglichen Isomeren liegt also die Anordnung SNF vor. Die genauere Analyse, über die ausführlich an anderer Stelle zu berichten sein wird, führt zu folgenden Abstands- und Winkelwerten: SN = 1,59 ± 0,05 Å, NF = 1,42 ± 0,05 Å, Winkel SNF = 120° ± 5°.

Anorganisch-chemisches Institut der Universität, Göttingen, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

O. Glemser, H. Richert und F. Rogowski

Eingegangen am 10. Dezember 1959

[1]) Glemser, O., H. Schröder u. H. Haeseler: Z. anorg. allg. Chem. **279**, 28 (1955).

[2]) Über die genaue Untersuchung des SNF sowie die Problematik der Konstitutionsaufklärungen mittels Infrarotspektroskopie, kernmagnetischer Resonanzabsorption und chemischer Reaktionen wird in Kürze in der Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie berichtet.

Besprechungen

Lehrbuch der drahtlosen Nachrichtentechnik. Hrsg. von N. von Korshenewsky und W. T. Runge. Bd. 2: Fränz, K., und H. Lassen, Antennen und Ausbreitung. 2. Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1956. VIII, 332 S. u. 293 Fig. Gr.-8°. Gzl. DM 45.—.

Die Namen der beiden Verfasser des Bandes bürgen von vornherein für den Inhalt. H. Lassen gehört zu den ersten, die sich in Deutschland mit der Ionosphärenforschung beschäftigten, und K. Fränz verdanken wir eine Reihe grundlegender Arbeiten über Anpassung und Rauschen von Antennen.

Im ersten Teil des Buches behandelt H. Lassen die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. Der erste Abschnitt ist der Theorie gewidmet. Ausgehend von der Fortpflanzung in verschiedenen Medien, werden die Zennecksche Oberflächenwelle, die Sommerfeldsche Lösung und die Theorie von van der Pol und Bremmer dargestellt. Der Einfluß der inhomogenen Atmosphäre wird in den Kapiteln Ionosphäre und Brechung in der unteren Atmosphäre behandelt. Mit den beobachteten Phänomenen beschäftigt sich der zweite Hauptabschnitt unter der Überschrift: Die Wellenausbreitung in den verschiedenen Frequenzbereichen. Die Unterschiede im Ausbreitungsweg spiegeln sich in Entfernungsabhängigkeit der Feldstärke, dem Schwundcharakter und in den Zusammenhängen mit solaren, magnetischen und meteorologischen Vorgängen wider. Ein weiterer Hauptabschnitt ist der Ionosphärenforschung gewidmet, soweit sie mit der Wellenausbreitung zu tun hat. Die merkwürdige Höhenverteilung der Elektronenkonzentration ist der Grund für die charakteristischen Ausbreitungserscheinungen der Kurzwellen, die starke Frequenzabhängigkeit der Feldstärke, den dominierenden Einfluß der Tages- und Jahreszeit sowie des Sonnenfleckenzyklus und die erhebliche Anfälligkeit gegen solare Störungen. Der letzte Abschnitt behandelt unter dem Titel „Atmosphärische und extraterrestrische Störstrahlungen" die sog. Luftstörungen und gibt einen kurzen Abriß der Radioastronomie. Ein Literaturverzeichnis mit 255 Nummern beschließt diesen Teil.

Diese Übersicht zeigt, daß eine außerordentliche Menge von Stoff dargeboten wird. Daß darunter die Lesbarkeit nicht gelitten hat, ist ein Verdienst des Verfassers. Man merkt allerdings an manchen Stellen deutlich, daß es sich um eine Überarbeitung handelt. Durch Streichung von Teilen, die vorwiegend historisches Interesse haben, hätte Platz für neuere Probleme geschaffen werden können. So wird z. B. die troposphärische und ionosphärische Streuung, die für die Praxis von großer Bedeutung sind, nicht behandelt.

Im zweiten Teil des Buches behandelt K. Fränz die Ausstrahlung und Aufnahme elektromagnetischer Wellen. Der erste Hauptabschnitt bringt wiederum die theoretischen Grundlagen, auf denen die folgenden Kapitel aufbauen. Im nächsten Abschnitt werden die Eigenschaften der beiden einfachsten Formen der Langwellenantenne, nämlich der Rahmenantenne und der kleinen kapazitiven Antenne, berechnet. Dann folgen ein Abschnitt über die Energiebilanz der drahtlosen Übertragung und ein ausführliches Kapitel über Richtdiagramme. Das 5. Kapitel behandelt die Theorie der Impedanz von Antennen, ein Problem, das für Antennen, die nicht kurz gegen die Wellenlänge sind, recht kompliziert ist. Hier werden insbesondere die Schelkunoffsche Theorie für schlanke Dipole und die Hallénsche Theorie des zylindrischen Dipols gebracht. Ein kurzer Abschnitt über Antennenmessungen schließt sich an, und im letzten Kapitel bringt der Verfasser einige Beispiele von speziellen Antennen mit Bildern und Richtdiagrammen. Die Zitate sind in diesem Teil des Buches jeweils als Fußnoten gegeben. Ein Namen- und Sachverzeichnis schließt das Buch ab. Fränz ist es ausgezeichnet gelungen, ein recht schwieriges Kapitel der drahtlosen Nachrichtentechnik in Kürze darzustellen, ohne daß dadurch die Lesbarkeit leidet. Die Auswahl des Stoffes ist geschickt; der Referent fand jedenfalls bei mehreren Stichproben die Antwort auf seine Fragestellung. Ausgezeichnet ist gerade in Anbetracht des Lehrbuchcharakters die kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse am Schluß jedes Kapitels. Leider hat man sich nicht über ein einheitliches Maßsystem in beiden Teilen des Buches einigen können. Bei der Ausbreitung wird das Gaußsche, bei den Antennen das Georgische System benützt, was allerdings dem Herkommen entspricht.

Ausstattung und Druck des Buches sind, wie bei Springer nicht anders zu erwarten, hervorragend. An Druckfehlern ist dem Referenten nur ein fehlendes Quadrat auf S. 161, Gl. (285) aufgefallen. W. Dieminger (Lindau)

Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Hrsg. v. Hugo Freund, Bd. II, Teil 3: Mikroskopie in der Geologie sedimentärer Lagerstätten (Mikropaläontologie). Frankfurt a. M.: Umschau Verlag 1958. LII, 450 S., 160 Abb. u. 3 Tafeln. Gr.-8°. Gzl. DM 115.—.

Seit den teilweise überholten Darstellungen von Camp und Hanna (1937), Wiecher (1942) und Triebel (1947) ist die Literatur über mikropaläontologische Arbeitstechniken in zahlreichen Einzelmitteilungen und gelegentlichen Bemerkungen in größeren Arbeiten verstreut. Das neue Sammelwerk, in dem von 11 Spezialisten die Techniken in ihren jeweiligen Forschungsgebieten dargestellt werden, entspricht deshalb einem dringenden Bedürfnis. Die Beiträge enthalten über die rein technischen Dinge hinaus interessante methodische Hinweise. Eine vollständige Behandlung aller bisher beschriebenen Arbeitstechniken ist naturgemäß nicht zu erwarten und dürfte auch nicht das Ziel dieses Buches gewesen sein. Zur Abrundung des Themas hätte man sich vielleicht noch eine Schilderung der Arbeit an Großforaminiferen und an Nannofossilien gewünscht.

H. Hiltermann gibt einen Überblick über die Standardtechniken zur Präparation, Auslese, Aufbewahrung und Bearbeitung von Mikrofossilien, sein Beitrag zur Geschichte der Mikropaläontologie enthält 36 schöne Portraits früher Mikropaläontologen. H. Bartenstein bringt Beispiele für durch mikropaläontologische Arbeitsmethoden erzielte Ergebnisse und schildert die Arbeitsmethoden im Erdölbergbau.

Der wichtige Beitrag von E. Triebel „Die Photographie im Dienste der Mikropaläontologie" zeigt, wie die oftmals recht ungünstigen optischen Bedingungen bei der Aufnahme kleiner Objekte gemeistert werden können, und enthält viele nützliche Hinweise z. B. über die Vorbereitung der Mikrofossilien. H. Beckmann berichtet über „Arbeitstechniken und Erfahrungen der Mikropaläontologie im Paläozoikum". Den Verhältnissen in Mitteleuropa entsprechend beschränkt er sich dabei auf die mehr oder weniger stark diagenetisch verfestigten Sedimente. Die dem Beitrag beigegebenen Faunenaufnahmen entsprechen nicht dem hohen Standard der anderen Beiträge des Werkes. Bei der abgebildeten Scolecodontenfauna aus den tuffitischen Kalken des

Givet handelt es sich nicht um Scolecodonten, sondern um die Conodontengattung *Belodus* PANDER 1856, die im Gegensatz zu den Scolecodonten aus apatitischem Material aufgebaut ist.

Die folgenden fünf Beiträge zu speziellen Arbeitsgebieten der Mikropaläontologie: H. HILTERMANN „Foraminiferen"; E. TRIEBEL „Ostracoden"; H. SIEVERTS-DORECK „Echinodermen"; W. WEILER „Otolithen" und K. MÄDLER „Charophyten" schildern die unterschiedlichen Probleme und Arbeitsmethoden in den einzelnen Tier- bzw. Pflanzengruppen. Besonders bemerkenswert ist der Beitrag von H. SIEVERTS-DORECK, der meines Wissens erstmalig eine gut illustrierte Zusammenfassung der häufigsten Echinodermeneinzelteile bringt, die als Bestimmungshilfe wertvoll ist.

U. REIN beschäftigt sich mit quantitativer Pollenanalyse an Lagerstätten tertiärer Braunkohlen, während R. POTONIÉ die technischen Voraussetzungen einer Sporenstratigraphie der Steinkohlenlager schildert. Der größere Beitrag von F. OVERBECK „Pollenanalyse quartärer Bildungen" gibt eine schöne Darstellung aus botanischer Sicht, die als Einführung in die Palynologie geeignet ist. Schließlich gibt F. HUSTEDT einen kurzen Überblick über die „Präparation und Untersuchungsmethoden fossiler Diatomeen".

Das Werk enthält zahlreiche hervorragende Originalabbildungen. Man wird den Mitarbeitern eine weite Verbreitung ihrer Beiträge wünschen.

K. J. MÜLLER (Berlin-Charlottenburg)

„Structure Reports", Vol. 14. Supplementary Volume and Cumulative Index for 1940—1950. Hrsg. von A. J. C. WILSON. Utrecht: N. V. A. Oosthoek's Uitgevers Mij. 1959. VIII, 215 S. Gr.-8°.

Der vorliegende 14. Band der „Structure Reports" (bis Bd. 7 „Strukturberichte") enthält die Generalregister der Bände 8—13, welche die Referate der Strukturarbeiten aus den Jahren 1940—1950 beinhalten, sowie Nachträge und Druckfehlerberichtigungen zu diesen Bänden. Die Register sind in 5 Teile gegliedert: 1. Register zum Teil „Metalle"; 2. Namensregister der anorganischen und organischen Verbindungen; 3. Formelregister für die anorganischen Verbindungen; 4. Formelregister für die organischen Verbindungen und 5. Autorenregister. Die anorganischen Formeln werden wie in den Registern der Einzelbände mit Ausnahme des Wassergehaltes streng alphabetisch geschrieben. — Für alle Benützer der „Structure Reports" ist der Registerband eine wichtige Arbeitserleichterung. J. ZEMANN (Göttingen)

Solid/Liquid Interface (Washings, etc.) and Cell/Water Interface. Proceedings of the Second International Congress of Surface Activity. Bd. IV. London: Butterworth Sci. Publ. 1957. 352 S. u. 137 Abb.

Der im April 1957 in London abgehaltene Kongreß über Oberflächenaktivität hat einen umfassenden Überblick über den Stand der Forschung auf diesem Gebiet gegeben. Die Vorträge — es waren ungefähr 200 — und Diskussionen wurden später, nach Teilgebieten geordnet, in vier Bänden herausgegeben. Dabei ist der vorliegende vierte Band inhaltlich etwas heterogen geworden. Er besteht aus zwei Teilen, die kaum etwas miteinander zu tun haben.

Der erste Teil behandelt — als Fortsetzung des dritten Bandes — die Grenzflächen fest-flüssig und ist in zwei Gruppen unterteilt. Die eine befaßt sich mit Waschvorgängen und Waschmitteln. Dabei werden einige Teilprobleme der Theorie des Waschens sowie Analyse, praktische Bewertung und spezielle Anwendungen von Waschmitteln besprochen. Die andere Gruppe ist den Dispersionen fester Stoffe in Flüssigkeiten, vor allem dem Einfluß von grenzflächenaktiven Stoffen auf ihre Stabilität, gewidmet.

Im zweiten Teil sind die Vorträge zusammengestellt, die sich auf biologische Systeme, speziell auf die Grenzfläche zwischen Zelle und umgebendem wäßrigen Medium, beziehen. Einen breiten Raum nimmt dabei die hämolytische Wirkung von grenzflächenaktiven Stoffen ein. Weiterhin wird der Wirkungsmechanismus der Narkose sowie die Reizung des Geruchssinnes besprochen. In einigen Fällen wird auch die Anwendung der experimentellen Methoden, wie sie zur Untersuchung monomolekularer Schichten gebräuchlich sind, auf biologische Probleme besprochen.

Die Ausstattung des Bandes ist ausgezeichnet.

H. LANGE (Düsseldorf)

The Physical Chemistry of Metallic Solutions and Intermetallic Compounds. (National Physical Laboratory Symposium Nr. 9). Bd. I u. II. London: Her Majesty's Stationery Office 1959. Bd. I: 401 S., 107 Fig.; Bd. II: 304 S., 120 Fig., Ln., für beide Bände £ 1.17s. 6d. net.

Die zwei Bände enthalten die Verhandlungen des 9. Symposiums aus der laufenden Reihe der National Physical Laboratory, das in London im Juni 1958 abgehalten wurde. Die Tagung war international besucht von etwa 150 Teilnehmern aus 15 verschiedenen Ländern. Die zahlreich gehaltenen Vorträge zeigen eine große Mannigfaltigkeit von vertretenen Interessen und bieten einen guten Überblick über den gegenwärtigen Stand sowohl der Theorie wie der Versuchsmethoden im Bereich der physikalischen Chemie von metallischen Systemen.

Das Symposium zerfiel in 7 Sitzungen. Der vorliegende Bericht, bestehend aus Kapiteln „Experimental Methods", „Metallic Solutions", „Intermetallic Compounds", „Phase Transformations" und drei Abteilungen über die praktischen Anwendungen, betitelt „Thermodynamics and Phase Diagrams", „Gas-Metal and Slag-Metal Reactions" und „Nonstoichiometry in Metal Compounds", entspricht dieser Einteilung. Jedes Kapitel enthält einen oder mehrere Übersichtsvorträge, denen Vorträge folgen, die die Ergebnisse der neuesten Forschung beschreiben; schließlich findet man den von den Vorträgen der jeweiligen Sitzung angeregten Gedankenaustausch.

Diese Veröffentlichung bietet einen nützlichen und modernen Zusatz zu den Nachschlagewerken des Gebietes. Die an den Themen Interessierten werden die lebhafte Aussprache am Ende jeden Kapitels besonders wertvoll finden, hauptsächlich zur Beurteilung des erzielten Fortschritts und als Wegweiser zu vielversprechenden Gebieten in diesem wissenschaftlichen Bereich. A. KING (Göttingen)

Diezel, P. B.: Die Stoffwechselstörungen der Sphingolipoide. Eine histochemische Studie an den primären Lipoidosen und den Entmarkungskrankheiten des Nervensystems. (Monographien aus dem Gesamtgebiet der Neurologie und Psychiatrie, Heft 80.) Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1957. VIII, 192 S. u. 31 z. T. farbige Abb. Gr.-8°. DM 68,—.

Diese Monographie ist eine breit angelegte Studie zu dem Versuch einer morphischen Erfassung der als Sphingolipoide bezeichneten Stoffgruppe in ihrer Bedeutung als Baustoffe insbesondere der Gehirn- und Nervengewebe und als Manifestationsstoffe krankhafter Störungen im Zentralnervensystem. Diese letzteren teilen sich in Aufbau- und Erhaltungsstörungen der nervösen Substanz und in solche eines in verschiedenen Erscheinungsformen verlaufenden zerstörenden Abbaues. Im ersten Fall kommt es zur Anhäufung bestimmter, zur Gruppe der Sphingolipoide gehöriger Teilprodukte, die zu den normalen Lipoidendprodukten, wie sie in den Zellen und Strukturen des Zentralnervensystems vorliegen, nicht mehr gewandelt werden können und Speicherungskrankheiten im Sinne von Stapelungsdystrophien darstellen; im zweiten Falle, den Entmarkungskrankheiten, kommt es zum zerstörenden Abbau der nervösen Substanz und wiederum zu einer bedeutsamen Rolle von Teilstücken aus dem Sphingolipoidkomplex.

Zum Studium der hier umrissenen Probleme, die an sich ein sehr großes Gebiet umfassen, hat der Verfasser ausgedehnte Grundlagenforschung getrieben, um die Methoden der färberischen Histochemie für sein im Grunde morphologisches Anliegen nutzbar zu machen. Den histochemischen Untersuchungen an rein dargestellten Substanzen zu späterem Vergleich und analysierender Untersuchung der im Krankheitsfall vorkommenden gleichen Stoffe folgt eine histochemische kritische Untersuchung der normalen Markscheide, ihrer morphischen Darstellungs- und Farbemethoden. Dann folgt an Hand eines reichhaltigen kasuistischen Materials eine intensive Untersuchung der Sphingolipoidosen und der Entmarkungskrankheiten.

DIEZEL hat alle verfügbaren histochemischen Verfahren an dieser Materie nicht nur kritisch geprüft, sondern auch manches Neue aus der eigenen Forschung hinzugefügt. Auf diese Weise stellt seine Monographie nicht nur eine Vertiefung der Einsichten in die spezielle Neurohistopathologie der genannten Krankheiten dar, sondern ist zugleich und eigentlich vornehmlich ein Beitrag zur allgemeinen morphischen Orthologie und Pathologie der Sphingolipoide.

E. LETTERER (Tübingen)

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3. — Springer-Verlag OHG, Berlin-Göttingen-Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

Dynamik des Eiweisses

10. Colloquium der Gesellschaft für Physiologische Chemie am 9.—12. April 1959 in Mosbach/Baden

Mit 64 Textabbildungen. VI, 200 Seiten 8⁰. 1960.

(1 Beitrag in französischer, 6 Beiträge in deutscher Sprache.) Steif geheftet DM 29,80

INHALTSÜBERSICHT

Die Größe des Umsatzes von Organ- und Plasmaeiweiß. Von W. MAURER, Köln · Biosynthese der Proteine und ihr enzymatischer Aspekt. Von V. V. KONINGSBERGER, Utrecht/Holland · Bemerkungen über die physiologischen Voraussetzungen der Eiweißsynthese in isolierten Blättern. Von K. MOTHES, Halle/Saale · Untersuchungen über die Rolle der Acceptor-RNS für Aminosäuren bei der Proteinsynthese von Escherichia coli. Von F. GROS, Paris/Frankreich · Proteinsynthese in Lebermikrosomen. Von P. W. JUNGBLUT, Würzburg, und F. TURBA, Würzburg · Information, induction, répression dans la biosynthèse d'un enzyme. Par J. MONOD, Paris/France · Bildung der Antikörper. Von H. E. SCHULTZE, Marburg/Lahn.

Biochemisches Taschenbuch

Herausgegeben von Dr. H. M. RAUEN, Privatdozent an der Universität Münster i. Westf. Mit einem Geleitwort von Professor Dr. RICHARD KUHN, Heidelberg

Mit 352 Abbildungen. XVI, 1332 Seiten 8⁰. 1956. Ganzleinen DM 69,—

AUS DEN BESPRECHUNGEN

„Ein Taschenbuch für rasche erste Orientierung ohne große Bibliotheksbehelfe und Nachschlagewerke ist für Biologen ein Bedürfnis, dem das vorliegende Buch abhilft. Es enthält die von der Planung bis zur Auswertung des Experiments erforderlichen Daten, methodische Hinweise, Angaben über Stoffe und Vorgänge in Tabellen, Diagrammen, Abbildungen und theoretische Ausführungen mit Literaturhinweisen. Etwa die Hälfte des Buches behandelt physikalisch-chemische Daten der chemischen Verbindungen. Die Stoffe sind in Anlehnung an das Beilsteinsystem nach Körperklassen geordnet, was auch einen Vergleich verwandter Stoffe ermöglicht.

... Das Buch wird nicht nur den Biochemiker, sondern auch experimentell arbeitenden Medizinern, Pharmazeuten, Zoologen und Botanikern ein wertvolles Nachschlagewerk sein."

Ärztliche Wochenschrift

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Hoppe-Seyler/Thierfelder

Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse

für Ärzte, Biologen und Chemiker

Zehnte Auflage herausgegeben von Professor Dr. Dr. K. LANG, Direktor des Physiologisch-Chemischen Instituts der Universität Mainz, und Professor Dr. E. LEHNARTZ, Direktor des Physiologisch-Chemischen Instituts der Universität Münster i. Westfalen, unter Mitarbeit von Professor Dr. GÜNTHER SIEBERT, Mainz. In 6 Bänden

Soeben erschien:

Vierter Band: Bausteine des Tierkörpers II

In zwei Bandteilen, die nur zusammen abgegeben werden
Mit 311 Abbildungen. XV, 1891 Seiten 4⁰. 1960. Moleskin DM 598,—
Bei Verpflichtung zur Abnahme des gesamten Handbuches
Subskriptionspreis Moleskin DM 478,40

INHALTSÜBERSICHT

Erster Bandteil: Eiweiß. Allgemeiner Teil. Gewinnung und Reindarstellung von Proteinen. Von J. MEIENHOFER, Berkeley/Calif. (USA), und H. ZAHN, Aachen · Eiweißdenaturierung. Von F. HAUROWITZ, Bloomington/Ind. (USA) · Chemische Modifikationen von Proteinen. Von F. HAUROWITZ, Bloomington/Ind. (USA) · Papierelektrophorese in der Eiweißchemie. Von K. HANNIG, München · **Eiweiß, deskriptiver Teil.** Von I. PENDL und K. FELIX, Frankfurt a. M. · Antigene, Antikörper und Komplement. Von F. HAUROWITZ, Bloomington/Ind. (USA) · Phosphoproteide. Von G. SCHMIDT, Boston/Mass. (USA) · Mucopolysaccharide und Glykoproteide. Von G. BLIX, Uppsala (Schweden), und S. GARDELL, Stockholm (Schweden) · Metallproteide und verwandte Systeme. Von H.-J. BIELIG, Heidelberg, und E. BAYER, Karlsruhe · Hormones Thyroïdiennes. Par R. MICHEL et J. ROCHE, Paris (France) · The Assay of Bacterial Toxins. By W. E. VAN HEYNINGEN, Oxford (Great Britain) · Tierische Gifte. Von W. NEUMANN und E. HABERMANN, Würzburg.

Zweiter Bandteil: Pyrrolfarbstoffe. Von W. SIEDEL, Frankfurt a. M. · Tokopherole. Von H. SCHMID, Zürich (Schweiz), und R. G. HABER, Haifa (Israel) · Nucleoside, Nucleotide, Nucleinsäuren und Nucleoproteide. Von F. G. FISCHER, Würzburg, und H. DÖRFEL, Ludwigshafen a. Rhein · α-Liponsäure (Thioctansäure) · Thiamin · Pantothensäure · Biotin · Inosit · Cobalamine · Biologisch wichtige Flavonoide (Faktor P). Von W. GRAB, Gießen · Antibiotica. Von J. KIMMIG und R. WEHRMANN, Hamburg-Eppendorf · Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG